

RESILIÊNCIA CLIMÁTICA E AS ÁREAS VERDES: construção da sustentabilidade no município de Barcarena-PA

CLIMATE RESILIENCE AND GREEN AREAS: building sustainability in the municipality of Barcarena-PA

RÉSILIENCE CLIMATIQUE ET ESPACES VERTS: durabilité des bâtiments dans la municipalité de Barcarena-PA

Bárbara Souza Paiva
Universidade Federal Do Pará, Brasil
bahpaiva6@gmail.com

Gilberto De Miranda Rocha
Universidade Federal Do Pará, Brasil
gilrocha@ufpa.br

Luziane Mesquita Luz
Universidade Federal Do Pará, Brasil
luzianeluz56@gmail.com

Daniel Sombra Soares
Universidade Federal Do Pará, Brasil
dsombra@ufpa.br

RESUMO

A pesquisa aborda cidades resilientes às mudanças climáticas com Soluções Baseadas na Natureza. O estudo analisa a vegetação, o ordenamento territorial, as políticas ambientais, Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e as Agenda 2030 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Nova Agenda Urbana e à Década da Restauração Ecológica em Barcarena-PA. Para isso, foi realizado o mapeamento do uso e cobertura da terra em 30 bairros e arredores (aproximadamente 3 km) nos anos de 2016 e 2023. Com o uso de geotecnologias no Google Earth Engine e QGIS para análise espacial e estatística, constatou-se que a vegetação ocupa 144,56 km² (54% da área total), reduziu 13,04 km² (8,27%). O solo-exposto ocupa 26,22 km² (10%), a área urbanizada cresceu 17,62 km² (7%) e o complexo industrial-minerário-portuário ocupa 18 km² (7%). Para atenuar os impactos do Distrito Industrial na cidade, a gestão municipal adotou diversas estratégias para adaptação e mitigação. Mas ainda é necessário conter o desmatamento, o grande empreendimento e a ocupação desordenada, pois o Índice de Cobertura Vegetal representa apenas 10,97% e o Índice de Cobertura Vegetal por Habitante em 9,66 m²/hab, abaixo dos níveis aceitáveis. Por tanto, o uso da terra por atividades econômicas e moradia afetam a resiliência local.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias; Planejamento Urbano; Gestão Ambiental; Agendas Globais da ONU; Mudanças Climáticas.

ABSTRACT

The research addresses climate-resilient cities with Nature-Based Solutions. The study analyzes vegetation, territorial planning, environmental policies, the Urban Development Master Plan and the 2030 Agenda of the 17 Sustainable Development Goals, the New Urban Agenda and the Decade of Ecosystem Restoration in Barcarena-PA. To this end, land use and land cover mapping was carried out in 30 neighborhoods and surrounding areas (approximately 3 km) in 2016 and 2023. With the use of geotechnologies in Google Earth Engine and QGIS for spatial and statistical analysis, it was found that the vegetation occupies 144.56 km² (54% of the total area), reduced 13.04 km² (8.27%). The exposed soil occupies 26.22 km² (10%), the urbanized area grew 17.62 km² (7%) and the industrial-mining-port complex occupies 18 km² (7%). To mitigate the impacts of the Industrial District in the city, the municipal management has adopted several strategies for adaptation and mitigation. But it is still necessary to contain deforestation, large enterprises and disorderly occupation, as the Vegetation Cover Index represents only 10.97% and the Vegetation Cover Index per Inhabitant at 9.66 m²/inhabitant, below acceptable levels. Therefore, land use for economic activities and housing affect local resilience.

RÉSUMÉ

La recherche s'attaque aux villes résilientes au climat avec des solutions fondées sur la nature. L'étude analyse la végétation, l'aménagement du territoire, les politiques environnementales, le Plan directeur de développement urbain et l'Agenda 2030 des 17 objectifs de développement durable, le Nouvel agenda urbain et la Décennie de restauration des écosystèmes à Barcarena-PA. À cette fin, une cartographie de l'utilisation et de l'occupation des sols a été réalisée dans 30 quartiers et zones environnantes (environ 3 km) en 2016 et 2023. Avec l'utilisation des géotechnologies dans Google Earth Engine et QGIS pour l'analyse spatiale et statistique, il a été constaté que la végétation occupe 144,56 km² (54% de la superficie totale), réduite de 13,04 km² (8,27%). Le sol exposé occupe 26,22 km² (10%), la zone urbanisée a augmenté de 17,62 km² (7%) et le complexe industriel-minier-portuaire occupe 18 km² (7%). Pour atténuer les impacts du quartier industriel dans la ville, la direction municipale a adopté plusieurs stratégies d'adaptation et d'atténuation. Mais encore faut-il contenir la déforestation, les grandes entreprises et les occupations désordonnées, car l'indice de couverture végétale ne représente que 10,97 % et l'indice de couverture végétale par habitant à 9,66 m²/habitant, en dessous des niveaux acceptables. Par conséquent, l'utilisation des terres pour les activités économiques et le logement affecte la résilience locale.

INTRODUÇÃO

O observatório Copernicus da União Europeia anunciou o ano 2024 como o mais quente desde o início dos registros científicos, com intensas ondas de calor consecutivas. A temperatura média Global da superfície atingiu 1,62 °C, superou pela primeira vez o limite do Acordo de Paris em 1,5 °C (Observatório do Clima, 2024). O agravamento da crise climática está associado ao aquecimento global e o fenômeno climático do El Niño, mais severo, com aumento da temperatura da superfície terrestre e dos oceanos (INEMET, 2023).

Aliado ao desmatamento e a estiagem estão reduzindo a capacidade floresta Amazônia em absorver dióxido de carbono da atmosfera. Os autores Carlos Nobre e Lovejoy apontam que alterações no fluxo da umidade pode levar ao ponto de não retorno, em 20% a 25% de áreas em

savana (National Geographic Brasil, 2021). O aumento do estresse da floresta causado por atividades antrópicas pode levar a transições ao bioma, em limiares críticos e feedbacks, como o aumento da temperatura e a redução da precipitação (Flores *et al.*, 2024).

Historicamente a região perdeu grandes áreas de florestas para a expansão das atividades produtivas, ao ser inserida na economia global. Que gerou mudanças estruturais de uma economia extrativista agrícola rural, para industrial e uma nova fronteira urbana (Becker, 2007; Coutinho, *et al.*, 2013). No Pará, o município de Barcarena alocou o distrito industrial de beneficiamento mineral, que provocou uma urbanização desigual, e expansão de outras atividades produtivas que passou a ocupar áreas que antes eram florestadas para dar lugar ao uso da terra (Nahum, 2006; Silva *et al.*, 2017; Castro, 2017).

Diante do exposto, é necessário abordar as transformações urbanísticas na gestão de espaços públicos, ao lidar com os desafios da urbanização consolidada na criação das cidades (Souza, 2003; Machado, 2014). Ao utilizar o planejamento urbano comprometido com a gestão ambiental, para atuar nas distorções provocadas pela urbanização (Paiva *et al.*, 2022).

Nesse sentido, arborização é estratégica e benéfica, atuam nos serviços ecossistêmicos, na qualidade ambiental, no conforto térmico, no embelezamento da paisagem, na sustentabilidade, na mitigação das mudanças climáticas, além de representar uma questão de saúde pública e qualidade de vida (Nucci, 2008; Londe e Mendes, 2014; Paiva *et al.*, 2022).

A vegetação regula o microclima, reduz a temperatura média que pode chegar a até 4 °C, quando comparada com áreas externas próximas. Diminui as ilhas de calor no urbano ao resfriar a temperatura em cerca de 5,18 °C. A vegetação atua no enfrentamento no combate as mudanças climáticas (Rachawal *et al.*, 2023).

Diante do exposto, o estudo contribui com o debate sobre as cidades resilientes, utilizando as áreas verdes e a infraestrutura verde, como Soluções Baseadas na Natureza (SbN), no aproveitamento dos benefícios ambientais e as funções ecossistêmicas, para a qualidade ambiental urbana. No qual, a pesquisa fundamenta-se na análise do contexto de Barcarena, E tem por objetivo abordar as funções estratégicas das áreas verdes, além de contribuir para um ordenamento sustentável do território e atuar na adaptação e mitigação às mudanças climáticas.

Deste modo, foi realizado a análise do levantamento de dados do mapeamento do uso e cobertura da terra, que possibilitou a elaboração dos mapas, gráficos, tabelas e gerar Índice de

Cobertura Vegetal (ICV) e o Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVH), embasado em Jim (1989) e Luz e Rodrigues (2012), com dados da cobertura vegetal e do Censo IBGE 2022. E o alinhamento às Agenda Globais, estabelecidas pela ONU, associado a Agenda 2030 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 Ecológica.

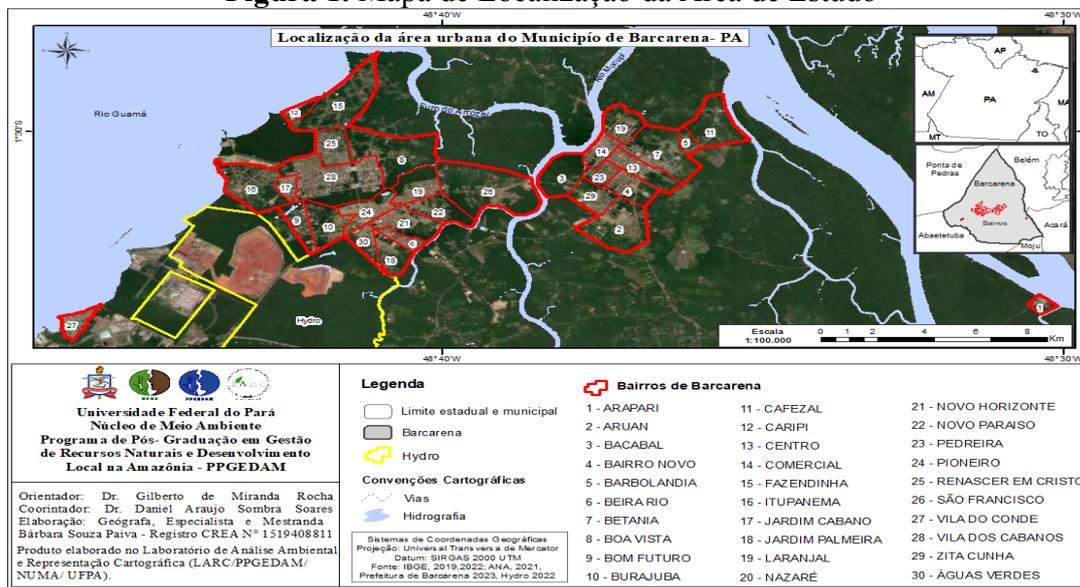
MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, foram realizadas pesquisas qualitativa e quantitativa, na representação dos fenômenos que correlacionam e se modificam, para elaborar os mapeamentos e estudar a realidade do município na escala apropriada (Ramos et. al., 2016). Nessa perspectiva, houve trabalho em campo e em laboratório para validar o que o sensor do satélite coletou, e assim, fornecer informações geoespaciais com precisão. 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.

Área de estudo

O município de Barcarena 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, conforme aponta a figura 1:

Figura 1. Mapa de Localização da Área de Estudo



Fonte: Autores (2024).

Possui 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. Com característica de floresta equatorial subperenifólia se diferencia na constituição florística (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 do IBGE em 2022 aponta que residem 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 (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.

Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa inicia com a revisão bibliográfica interdisciplinar, ao consultar publicações acadêmicas em revistas, dissertações e teses, relatórios técnicos e políticas públicas. Foi usado análise quantitativa e qualitativa e conforme Gil (1991), será adotado pesquisas exploratórias para a construção de hipóteses ou tornar a questão mais clara.

Além disso, houve o levantamento de dados geocartográficos relevantes que auxiliarão o mapeamento de uso e cobertura da terra (UCT), com uso de dados geoespaciais e ambientais de fontes públicas confiáveis, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Além das imagens com alta resolução espacial de 3 metros do satélite da *PlanetScope*, disponibilizadas pela Iniciativa Internacional do Clima e Florestas da Noruega (NICFI) para o mapeamento e monitoramento de florestas tropicais de forma gratuita. Assim, foram realizadas análises qualitativas e quantitativas.

Esses dados do satélite foram processados em Sistemas de Informações Geográficas, com o uso dos *softwares* como o Google Earth Engine (GEE) e QGIS, permitindo a identificação de florestas e outras classes. Por meio das técnicas apontadas pelo autor Ponzoni *et al.*, (2012) com uso de sensoriamento remoto e geoprocessamento, por meio de imagens do sensor óptico. A utilização do SR, permite identificar o comportamento espectral e geração de informações espaciais da área de estudos.

Com a criação da classe vegetação, foi quantificado 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):

$$\begin{aligned} \text{ATB} & \text{ ___ } 100\% \\ \text{ACV} & \text{ ___ } X \\ X & = (\text{ACV} \times 100) / \text{ATB} \end{aligned}$$

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^oTHB.

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 (Guzzo, 1999). 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; Paiva et., al 2022). Para gerar os 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. Foram 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.

Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento

As imagens do satélite PlanetScope foram processadas na plataforma Google Earth Engine (GEE), um visualizador geoespacial em nuvem que oferece acesso a um amplo catálogo de dados para a classificação do uso e cobertura do solo (Google Earth Engine, 2023). As imagens foram selecionadas utilizando o basemap do *PlanetScope*, que aplica técnicas avançadas de processamento de imagem para remover efeitos atmosféricos e otimizar a precisão dos pixels, facilitando análises espectrais robustas e reduzindo a cobertura de nuvens, essencial para a classificação precisa das áreas em Barcarena.

As imagens gratuitas do *Planet* são disponibilizadas em quatro bandas espectrais: azul (455–515 nm), verde (500–590 nm), vermelho (590–670 nm) e infravermelho próximo (NIR, 780–860 nm), com uma distância de amostragem do solo (GSD) de 3 a 4 m e precisão posicional inferior a 10 m RMSE (*Planet Team*, 2018). O pré-processamento das imagens incluiu correções radiométricas e geométricas, melhorando a qualidade visual e a classificação digital por meio de treinamento supervisionado, utilizando assinaturas espectrais.

No GEE, foram empregadas técnicas de programação em *JavaScript*, aplicando o algoritmo *Random Forest*, um método de aprendizado de máquina para classificar o uso e cobertura da terra em 2016 e 2023. Conforme a *Didática Tech Inteligência Artificial & Data Science* (2022),

seleciona aleatoriamente amostras dos dados de treino, formando múltiplas árvores de decisão. As Árvores de Decisão estabelecem regras em uma estrutura de fluxograma.

Os procedimentos metodológicos incluíram o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) e a interpretação visual das imagens. A técnica de fatiamento foi aplicada para criar imagens temáticas classificadas, e um processo de segmentação foi realizado para identificar classes temáticas. Para aprimorar o mapeamento da cobertura vegetal, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), foi utilizado para definir classes amostrais na classificação supervisionada. Características como cor, tamanho e forma foram analisadas para as áreas urbanas (Coutinho et al., 2013). As composições coloridas foram geradas com as bandas RGB e NIR, utilizando o código disponível em https://code.earthengine.google.com/?scriptPath=users%2Fflucascortinhas19%2FProject_EMBRAPA%3ABarbara%27s_Project. Um filtro foi aplicado para mosaicos de imagens entre 01 de janeiro de 2016 e 31 de dezembro de 2016, e de 01 de janeiro de 2023 a 01 de novembro de 2023, delimitando a área de interesse em Barcarena.

As classes selecionadas incluíram vegetação, áreas urbanizadas, complexo minerário-industrial-portuário, solo exposto e hidrografia. A validação dos resultados foi feita com dados do Projeto TerraClass Amazônia elaborados pelo do INPE e EMBRAPA, disponíveis no sítio eletrônico no TerraBrasilis do Governo Federal. Com os dados de treino, foram realizados processos de verificação visual e estatística, gerando uma matriz de confusão para avaliar a acurácia. Para validar os dados do Planet, utilizou-se o TerraClass (Sentinel, com (10 m) de resolução espacial) e o GEE e o *Google Earth Pro* comparadas com a *Planet* (5 m).

Os dados foram exportados do GEE para o QGIS, onde foram corrigidos e refinados, utilizando indicativos de campo e imagens de alta resolução. O geoprocessamento do uso e cobertura da terra entre 2016 e 2023 foi detalhado em cinco classes: área urbana, complexo mineral-industrial-portuário, vegetação, solo exposto e hidrografia.

As classes e procedimentos de sensoriamento remoto foram definidos, validando as amostras para o treinamento do algoritmo. Foram coletadas amostras para cada classe: vegetação (10 pontos, 20 linhas e 30 polígonos), área urbana (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).

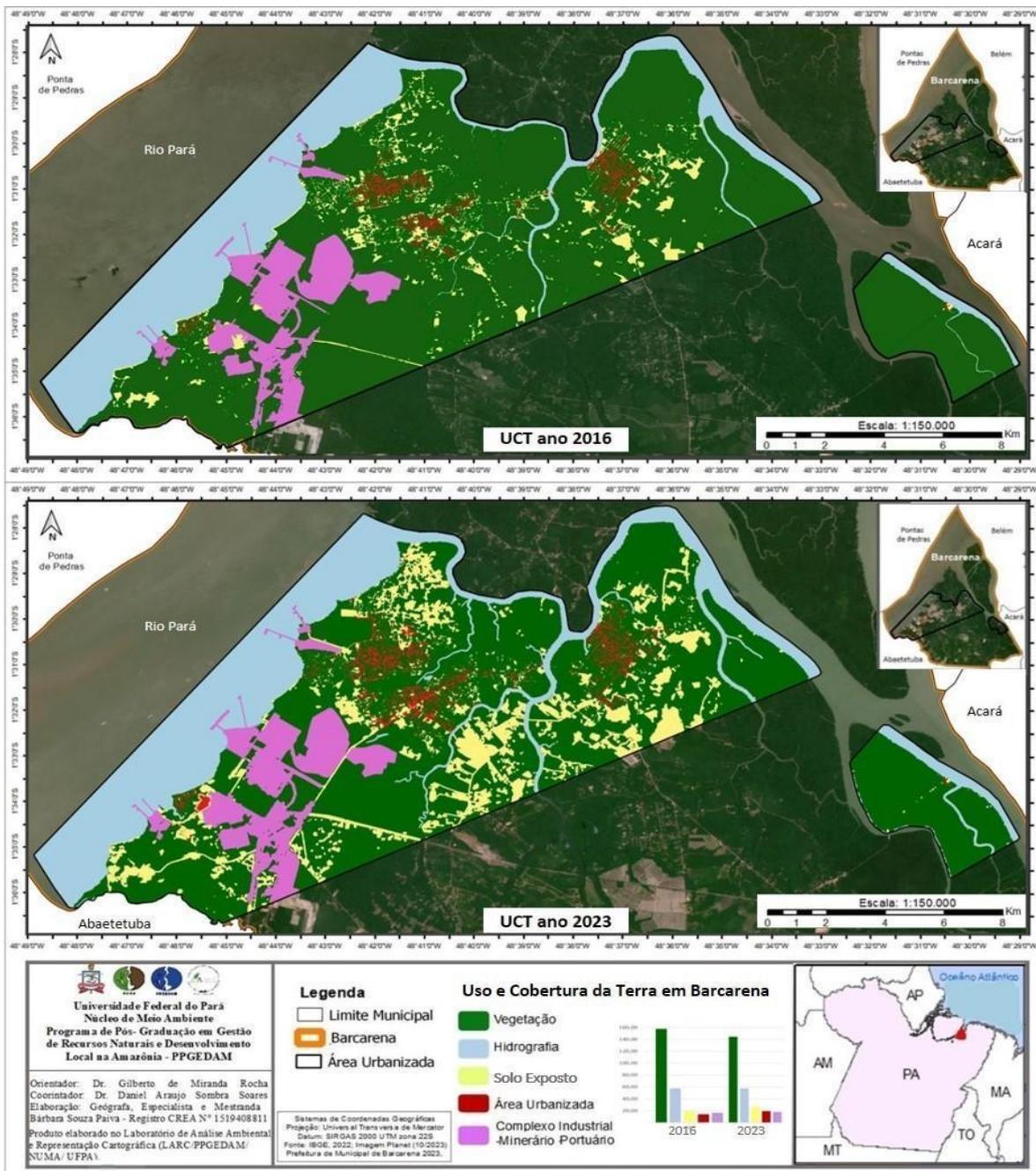
As técnicas de análise espacial foram definidas em duas etapas: a) delimitação dos trinta bairros estabelecidos pela lei do abarrotamento; b) definição da área de estudo com um buffer de aproximadamente 3 km. As técnicas de geoprocessamento no QGIS incluíram a criação de polígonos de buffer, recortes de feições e a união de camadas. Com uso de função como recortar que extrai o *layer* das feições e criar 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. Assim foi, possível elaborar o mapeamento do uso e cobertura da terra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo dados do censo do IBGE 2022, 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 IBGE (2022). Fator que está associado com a consolidação do grande projeto minerário-industrial-portuário e a expansão urbana, com padrão de exploração global que gerou mazelas socioambientais no local (Nahum, 2006).

A pesquisa analisou não apenas o espaço urbano delimitado por 30 bairros, mas também a área circundante em um raio de 3 km, utilizando a técnica de geoprocessamento por meio de buffer. Diante do exposto, observa-se no mapa de Barcarena a classificação de uso e cobertura da terra, nas classes: de floresta (verde); áreas urbanizadas (vermelho); e o complexo minerário-industrial-portuário (lilás). Demonstrem o avanço da perda florestal e o aumento da ocupação durante os anos analisados, como aponta a figura 2:

Figura 2: Mapa de Uso e Cobertura da Terra de Barcarena, ano 2016 e 2023.



Fonte: Autores (2024).

Dessa forma, foi possível quantificar o contexto urbano e o avanço desse espaço, incluindo também a área do Complexo Industrial-Minerário-Portuário, que corresponde ao distrito industrial do município. Nesse contexto, a urbanização produziu alterações no meio ambiente, via

atividades voltadas à economia e habitação. Grandes áreas florestais foram suprimidas para dar lugar e ao modelo de desenvolvimento do empreendimento. Essa reestruturação do espaço fomentou um intenso fluxo migratório em busca de emprego e moradia, o que gerou adensamento populacional e a ocupação desordenada.

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. Entre 1985 e 2022 houve a supressão da vegetação em Barcarena em cerca de 13.132 ha, correspondendo a 60,8% do total no município (MapBiomas, 2022).

Diante do exposto, os resultados desta pesquisa apontam que o espaço urbano e ao entorno estão reduzindo as áreas de vegetação. 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 (8,27%) de cobertura vegetal, enquanto a hidrografia apresentava 57,48 km² (22%) manteve-se a mesma em 2023, como aponta o quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Cálculos das Classes de UCT para os anos de 2016 e 2023.

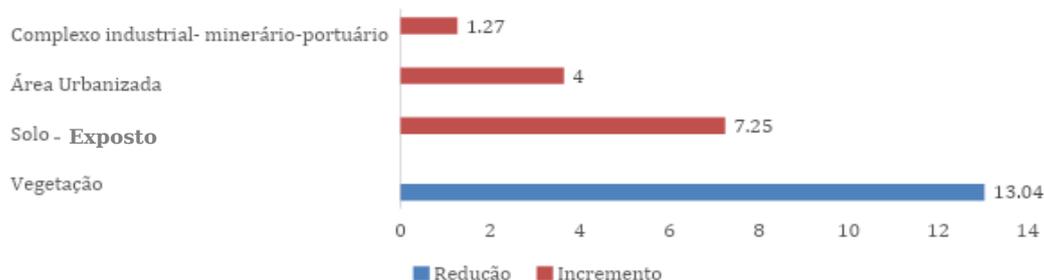
Classes	2016 (km ²)	(%)	2023 (km ²)	(%)
Vegetação	157,60	59,53%	144,56	54%
Hidrografia	57,48	21,71%	57,48	22%
Solo Exposto	18,97	7,16%	26,22	10%
Área Urbanizada	13,97	5,28%	17,62	7%
Complexo industrial- minerário-portuário	16,73	6,32%	18,00	7%

Fonte: Autores (2024).

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 (Costa, 2021).

Nesse sentido, as classes de uso houveram 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 gráfico 3 a seguir:

Quadro 2: Incremento e redução UCT em km² entre os anos de 2016 e 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

A cidade foi profundamente afetada pelas dinâmicas econômicas que transformaram sua paisagem, resultando na perda significativa de vegetação. O avanço da urbanização compromete tanto a qualidade ambiental quanto a qualidade de vida dos moradores. A ocupação desordenada levou à expansão de assentamentos, evidenciando o agravamento das vulnerabilidades socioambientais. A pesquisa mapeou novas frentes de ocupação irregular nos bairros Caripi, Fazendinha, Boa Vista, Jardim Palmeira, Beira Rio, Burajuba e Águas Claras.

Barcarena é caracterizada como um município complexo, enfrentando desafios decorrentes de sua condição como distrito industrial e urbanizado em uma área costeira, dotada de vários portos privados de exportação de commodities. Esses empreendimentos têm gerado impactos ambientais e sociais significativos, resultado de um desenvolvimento predatório que prioriza as demandas globais em detrimento das necessidades locais.

Deste modo, os dados da pesquisa apontam que o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) em Barcarena corresponde em cerca de 10,97% em 144.560,000 m². E em relação ao Índice de Cobertura Vegetal por Habitante 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 Organização Mundial de Saúde. Conforme Luz e Rodrigues (2014) apontam que a OMS estabelece em 12 m²/ habitante e a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana indica 15 m²/habitante. Devido à região possuir o fator climático equatorial, o satisfatório sugerido deve ser acima de 12 m²/habitante.

São necessárias ações para conter o desmatamento, promover práticas de sustentabilidade no uso da terra e de restauração florestal. Para promover resiliência requer medidas eficazes para ação voltadas a sustentabilidade diante das mudanças ambientais (Flores *et*

al., 2024). A cidade é uma área costeira vulnerável aos impactos da mudança do clima, E busca alternativas para ser sustentável e resiliente aos riscos de catástrofes climáticas, tais como: aumento no nível do mar, inundações e alagamentos e as ilhas de calor (Menezes, 2022).

O urbano possui diferentes padrões de uso do solo e 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 desempenha um papel crucial na redução da temperatura nos ambientes urbanos, contribuindo para amenizar os efeitos da ilha de calor (Barros; Lombardo, 2016).

Conforme Romero *et al.*, (2017) a Ilha de Calor Urbana (ICU) é relacionado as condições microclimáticas da temperatura do ar mais elevada, causados 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 afastadas.

A temperatura no interior da mata nativa de um bosque urbano, pode ser até 5,18 °C mais baixa em relação à área externa. A diferença 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).

Diante desse contexto o planejamento urbano e a gestão ambiental deve atuar para conter as distorções provocadas pela urbanização (Paiva *et. al*, 2022). Nesse sentido, houve 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). Da de gestão, ordenamento e desenvolvimento territorial, que revogou por meio da Lei Complementar n.º 23/2006, que havia instituído o PDDU, que vigorava (Barcarena, 2016).

Destaca no capítulo IV do PDDU o compromisso com a 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 (Barcarena, 2016). Alinhado à Agenda 2030 e as práticas ODS e à Nova Agenda Urbana (Menezes, 2022).

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).

A gestão municipal busca se tornar uma cidade resiliente aos impactos da mudança do clima e aderiu a diversas iniciativas das Agendas Globais da ONU, como ODM, ODS, Nova Agenda Urbana, foi co-fundador da Rede ODS Brasil, elaborou relatórios dissertação com mecanismos de implementação e estratégias, além do Plano Municipal de Arborização, IPTU verde, práticas institucionalizadas de Educação Ambiental (formal e não-formal), entre outras ações. Entre as iniciativas, destacam-se ao Desafio Árvores nas Cidades, promovido pela UNECE em 2019 adere, ao implementar e SbN (relacionados aos ODS 11, 13 e 15). Ao plantar 1.000 árvores em áreas urbanas em 2020 e 1.080 árvores em áreas urbanas em 2022. Em 2021, recebeu o Certificado de cumprimento das metas, pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (SEMADE). 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).

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). 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 (Barcarena, 2016). Há também uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Sumaúma, localizada no Hotel Samaúma.

A gestão elaborou o instrumento técnico denominado de Plano Municipal de Arborização Urbana, criado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico, com a contribuição da Secretaria Municipal Extraordinária de Ordenamento Territorial e Habitação (SEMEOTH) 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 (Menezes, 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 (Nucci, 2008; Paiva et. al., 2022). Para Barcarena ser resiliente, o poder público e as empresas devem identificar os riscos futuros, e a elaboração de macro estratégias capazes de intensificar ações de adaptação e mitigação (Menezes, 2022). Diante do exposto, a gestão municipal tem incorporado iniciativas inovadoras voltada além da adaptação, também a mitigação (Barcarena, 2024).

Em abril de 2024 a prefeitura lançou o inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE), por meio da parceria com os Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI) entre outros parceiros internacionais. Com dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) referentes a 2022. Os cálculos das emissões provenientes da Mudança de Uso da Terra e Floresta, o SEEG considera a alteração de uso, carbono orgânico no solo e resíduos florestais. 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).

Ocorre contaminação do ar, solo e rios, que resulta em impactos socioambientais severos, culminando em 29 acidentes ambientais já registrados. O pesquisador Marcelo Hazeu descreve a região como uma “bomba prestes a explodir”, comparando-a a “Chernobyl na Amazônia” como aponta a reportagem do Amazônia Real (Oliveira, 2024).

Adicionalmente, a cidade sediará uma usina termelétrica (UTE) com potencial para ser a maior da América Latina. Embora seja apresentada como uma alternativa “mais limpa e sustentável” em relação ao carvão e petróleo, o gás natural também emite gases de efeito estufa. A Norsk Hydro, operando com a Albrás e a Alunorte, mudará sua matriz energética, contraditória, pois investir em combustíveis fósseis não contribui para a redução das emissões. Essa incoerência se torna ainda mais evidente diante da decisão do governo do estado em instalar um grande projeto na região metropolitana de Belém entregue no mesmo ano que sediará a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2025 (COP30) (Oliveira, 2024).

A gestão municipal dentro de sua jurisdição está comprometida com a redução dos impactos ambientais, econômicos e sociais, e 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, as emissões de GEE provenientes das atividades do distrito industrial é, aproximadamente, 90,27% (Barcarena, 2024, p. 29).

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 (Menezes, 2022).

Diante do exposto, são notórios os esforços empenhados pela gestão municipal de Barcarena, desde 2013, ao adotar a iniciativa de uma gestão inovadora, comprometida com 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 na Amazônia, e todo impacto gerado no local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo enfatiza a relevância das cidades resilientes e adaptadas às mudanças climáticas, integrando planejamento urbano e gestão ambiental. As áreas verdes urbanas emergem como elementos estratégicos para melhorar a qualidade de vida e fortalecer a resiliência frente a eventos climáticos extremos. A manutenção e restauração dessas áreas são fundamentais, exigindo colaboração entre governos, comunidades e o setor privado.

O município de Barcarena, sensível a impactos socioambientais, tem se alinhado às Agendas Globais de Desenvolvimento Sustentável. Como co-fundadora da Rede ODS Brasil, a cidade implementa políticas que reconhecem a importância do desenvolvimento sustentável e da agenda climática. A revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) incorporou as demandas da Agenda 2030, promovendo capacitações para engajar órgãos locais nas estratégias de desenvolvimento da ONU.

Embora o PDDU não aborde diretamente a adaptação às mudanças climáticas, reconhece a vegetação e as áreas verdes como agentes de mitigação e adaptação, priorizando-as em suas ações. Alinhado aos ODS 11, 13 e 15, o PDDU visa integrar os eixos social, econômico e ambiental, promovendo a gestão com a participação da sociedade civil.

Diante dos desafios climáticos, é essencial que os gestores municipais adotem uma abordagem holística. Barcarena enfrenta riscos como aumento do nível do mar, inundações e ondas de calor, tornando a mitigação e adaptação fundamentais para garantir a resiliência da cidade. Nesse contexto, a gestão municipal tem implementado iniciativas significativas, como o Plano Municipal

de Arborização e o Inventário de Gases de Efeito Estufa, demonstrando seu comprometimento com a resiliência urbana.

Em síntese, este estudo reforça que o planejamento urbano e a gestão ambiental são cruciais para construir cidades resilientes. As áreas verdes representam uma ferramenta poderosa para mitigar os impactos climáticos e promover comunidades sustentáveis. A pesquisa contribui para entender a atuação da administração de Barcarena no planejamento urbano e na gestão ambiental, buscando um desenvolvimento sustentável.

É fundamental que a gestão municipal controle o uso da terra, evitando ocupações desordenadas. As áreas verdes desempenham um papel crucial na mitigação dos impactos térmicos, contribuindo para o sequestro de carbono, aumento da umidade e promoção da biodiversidade. Barcarena enfrenta um acelerado processo de urbanização, resultando em perda de vegetação e aumento da vulnerabilidade a eventos extremos. Portanto, o ordenamento territorial deve priorizar a gestão ambiental das áreas verdes para construir resiliência urbana.

Investir na conservação e ampliação dessas áreas é uma estratégia eficaz para promover a sustentabilidade e a qualidade de vida das comunidades locais. Proteger e fortalecer os ecossistemas é essencial para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e construir cidades mais habitáveis para as futuras gerações. Diante do cenário de crise e ameaças ambientais, a pesquisa enfatiza que investir na conservação, preservação e ampliação de áreas verdes é uma estratégia necessária para adaptar e mitigar aos impactos e promover a sustentabilidade urbana, assegurando ambientes mais saudáveis e resilientes.

REFERÊNCIAS

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 out. de 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%20a7%20da%20Agenda%202030.pdf>. Acesso em: 25 outubro 2023.

BARCARENA EM NÚMEROS. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Pará — SEBRAE/PA. Ano 2022. 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. **Inventário de Emissões de Gases do Efeito Estufa**, 2024. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1CZmejkbvBgian48G1yoJha_hCUrXdtwDg?direction=a. Acesso em: 29 abr 2024.

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 jan. 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.

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.

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.

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

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.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

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.

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 161

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

IBGE. **Censo 2022**. Disponível em: https://basedosdados.org/dataset/08a1546e-251f-4546-9fe0-b1e6ab2b203d?table=ebd0f0fd-73f1-4295-848a-52666ad31757&utm_term=ibge%202022%20censo&utm_campaign=Conjuntos+de+dados+-+Gratuito&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=9488864076&hsa_cam=20482085189&hsa_grp=162202460121&hsa_ad=690125801884&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-2176171093646&hsa_kw=ibge%202022%20censo&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA65m7BhAwEiwAAgu4JCyB5w315rxMjZKQ58g0WM3p6LilxoKQ9zk_mjLOA7dXaRkoHYlQ7RoCwuEQAvD_BwE Acesso em: 21 dez. 2024.

IBGE. **Área urbanizada**. 2023. Disponível em: <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.

JIM, C. Tree-canopy characteristics and urban development in Hong Kong. **The Geographic Review**, v. 79, n. 2, p. 210–255, 1989.

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. Altas 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. Machado, 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. Menezes, 2022

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.

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.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Amazônia pode estar agravando mudanças climáticas, indica estudo inédito, 14 de mar. de 2021. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2021/03/amazonia-pode-estar-agravando-mudancas-climaticas-indica-estudo-inedito>. Acesso em: 09 mar. 2024

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao Distrito de Sarta Cecila (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

OLIVEIRA, Rafael. "Bomba prestes a explodir: Barcarena, no Pará, vira novo polo de gás natural." **Agência Pública**, 17 jul. 2024. Disponível em: <https://apublica.org/2024/07/bomba-prestes-a-explodir-barcarena-no-para-vira-novo-polo-de-gas-natural/>. Acesso em: 23 dez. 2024.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. 2024 supera limite de 1,5 °C e deve ser ano mais quente. **Observatório do Clima**, 07 nov. 2024. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/2024-supera-limite-de-15-c-e-deve-ser-ano-mais-quente/>. Acesso em: 23 dez. 2024.

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.

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). 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.

RAMOS, A. P. M.; JUNIOR, J. M.; DECANINI, M. M. S.; PUGLIESI, E. A.; OLIVEIRA, R. F. de; FILHO, A. C. P. AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE DADOS PARA O MAPEAMENTO COROPLÉTICO. **Revista Brasileira**

de **Cartografia**, [S. l.], v. 68, n. 3, 2016. DOI: 10.14393/rbcv68n3-44418. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44418>. Acesso em: 17 fev. 2025.

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, 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.

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.

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.