



ANÁLISE DE INDICADORES GEOAMBIENTAIS DE SUSTENTABILIDADE NA AMAZONIA PARAENSE, BRASIL

**ANALYSIS OF INDICATORS OF GEO-ENVIRONMENTAL
SUSTAINABILITY IN AMAZONIAN STATE OF PARÁ, BRAZIL**

ANÁLISE DE INDICADORES GEOAMBIENTAIS DE SUSTENTABILIDADE NA AMAZONIA PARAENSE, BRASIL

ANALYSIS OF INDICATORS OF GEO-ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN AMAZONIAN STATE OF PARÁ, BRAZIL

Rosivan Alves Nilander¹ | Willian José Ferreira² | Rodrigo César da Silva³

Celso de Souza Catelani⁴ | Angelo Ricardo Balduino⁵

Jacks de Pablo Pereira Tiburcio⁶ | Marcelo dos Santos Targa⁷

Recebimento: 15/08/2024

Aceite: 13/05/2025

¹ Mestre em Ciências Ambientais (UNITAU).

Belém – PA, Brasil.

E-mail: rosivannilander@yahoo.com.br

² Doutor em Geofísica Espacial (INPE).

Professor da Universidade de Taubaté.

Taubaté - SP, Brasil.

E-mail: willian.jferreira@unitau.br

³ Doutor em Desastres Naturais (UNESP).

Professor no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Jacaréi – SP, Brasil.

E-mail: rodrigo.peb@gmail.com

⁴ Doutor em Ciências Exatas e da Terra (UNITAU).

Taubaté – SP, Brasil.

E-mail: cscatelani@gmail.com

⁵ Doutor em Ciências do Ambiente (UFT).

Professor no Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos. Porto Nacional – TO, Brasil.

E-mail: gam.portonacional@iftto.edu.br

⁶ Mestrando em Ciências Ambientais (UNITAU).

Professor do Instituto Federal do Maranhão.

Grajaú – MA, Brasil.

E-mail: coord.edificacao.imperatriz@ifma.edu.br

⁷ Doutor em Agronomia (USP).

Professor da Universidade de Taubaté.

Taubaté - SP, Brasil.

E-mail: mtarga@unitau.br

RESUMO

A recente expansão urbana na Amazônia Paraense tem aprofundado os efeitos das mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que impõe desafios sociais e ambientais decorrentes da inadequação das políticas de ordenamento territorial. Além disso, na região, permanecem limitadas as avaliações integradas dos impactos das atividades humanas e das ações governamentais, especialmente pela escassez de investigações baseadas em indicadores geoambientais de sustentabilidade (IGAS). Assim, o presente estudo busca analisar os IGAS no município de Barcarena, estado do Pará, de 2000 a 2010 com o propósito de identificar os principais efeitos ambientais e socioeconômicos, assim como oferecer subsídios para o planejamento territorial e a formulação de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento sustentável. Dessa forma, foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), associados às técnicas de geoprocessamento, para avaliar indicadores relativos ao abastecimento de água, tratamento de esgoto e gestão de resíduos sólidos. A delimitação temporal adotada resulta da indisponibilidade de microdados atualizados do Censo Demográfico de 2022 até o momento da pesquisa. Resultados apontam avanços importantes na promoção da sustentabilidade ambiental em Barcarena. Entretanto, ainda há desigualdades internas e zonas com infraestrutura precária, sobretudo nos distritos mais periféricos e afastados do centro urbano, onde fragilidades são mais evidentes. Nesse contexto, a presente investigação contribui para o monitoramento das metas da Agenda 2030 e fortalece a articulação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em territórios amazônicos profundamente marcados por trajetórias históricas de vulnerabilidade e intensas transformações socioambientais.

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Desenvolvimento Sustentável. Agenda 2030.

ABSTRACT

The recent urban expansion in the Amazonian state of Pará has deepened the effects of climate change, while also imposing social and environmental challenges resulting from inadequate land use planning policies. Furthermore, an integrated assessment of the impacts of human activities and government actions in the region remains limited, mainly due to the scarcity of research based on geoenvironmental sustainability indicators (GEIs). Thus, this study aims to assess the GEIs in the municipality of Barcarena, state of Pará, from 2000 to 2010 with the purpose of identifying the main environmental and socioeconomic effects, as well as offering subsidies for territorial planning and the formulation of public policies oriented towards sustainable development. Therefore, data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) were used, which have been associated with geoprocessing techniques to evaluate indicators related to water supply, sewage treatment, and solid waste management. Its adopted timeframe results from the unavailability of updated microdata from the 2022 Demographic Census at the time of research. Results indicate important advances in promoting environmental sustainability in Barcarena. However, its inequalities and areas with precarious infrastructure persist, especially in the most peripheral districts and those far from the urban center where vulnerabilities are most evident. In this context, this research contributes to monitoring the goals of the 2030 Agenda and assisting the achievement of the Sustainable Development Goals in Amazonian territories deeply marked by historical trajectories of vulnerability and intense socio-environmental transformations.

Keywords: Environmental Management; Sustainable Development; Agenda 2030.

INTRODUÇÃO

A intensificação dos efeitos das mudanças climáticas aliada ao avanço desordenado da urbanização têm provocado profundas transformações nas dinâmicas socioambientais, repercutindo diretamente no planejamento e gestão do desenvolvimento regional (Feil; Schreiber, 2017). Na Amazônia, os conflitos entre expansão econômica, conservação ambiental e justiça social tornam-se cada vez mais evidentes, uma vez que a região abriga ecossistemas especialmente vulneráveis às intervenções humanas. Compreender e enfrentar tais conflitos, conforme apontam Ribeiro *et al.* (2024), requer uma integração de dimensões ecológicas, sociais e espaciais, sobretudo em territórios onde desigualdades históricas compelem abordagens sensíveis à diversidade local.

O município de Barcarena, localizado na mesorregião metropolitana de Belém, Pará, é exemplo emblemático deste cenário. Na região, a presença de grandes empreendimentos industriais, associada ao crescimento populacional, convive com a precariedade dos serviços de infraestrutura urbana e saneamento, o que por sua vez intensifica os impactos sobre seus sistemas naturais (Piratoba *et al.*, 2017). Esta realidade se manifesta na degradação de áreas florestais, na contaminação dos recursos hídricos e na exposição de comunidades vulneráveis a riscos sanitários iminentes.



Além disso, a inserção de Barcarena em cadeias produtivas globais, por meio do porto de Vila do Conde, da usina hidrelétrica de Tucuruí e do complexo industrial Albrás-Alunorte, acentua ainda mais as pressões socioambientais (Carmo; Costa, 2016). Entre os efeitos mais expressivos, destacam-se o comprometimento da qualidade das águas por efluentes industriais, além de impactos negativos sobre a biodiversidade e a saúde pública (Paz *et al.*, 2011). O quadro é agravado pela expansão urbana acelerada, além de contribuir para perda de cobertura vegetal e fragilização da capacidade de resiliência dos ecossistemas (Ribeiro *et al.*, 2024).

Diante destas complexas dinâmicas, impõe-se a necessidade de análises capazes de captar as transformações em curso e orientar estratégias de intervenção pública pautadas por princípios de sustentabilidade e equidade. Nesse sentido, os Indicadores Geoambientais de Sustentabilidade (IGAS) despontam como uma ferramenta analítica de grande relevância, uma vez que possibilitam uma avaliação integrada das interações entre sociedade e meio ambiente e revelam padrões de uso dos recursos naturais e níveis de impacto sobre os ecossistemas.

Segundo Kazak *et al.* (2017), os IGAS integram variáveis associadas à qualidade e disponibilidade da água, gestão de resíduos, ocupação do solo e uso de energia, compondo, assim, um panorama das condições ambientais e dos modelos de desenvolvimento em determinados contextos geográficos. Tal estrutura analítica contribui para o monitoramento ambiental em análises territoriais, além de favorecer o aprimoramento do planejamento regional e o fortalecimento das capacidades institucionais locais.

Os IGAS favorecem o enfrentamento das desigualdades territoriais, mitigam vulnerabilidades climáticas e fortalecem o planejamento ambiental. Em municípios como Barcarena, marcados pela intensa exploração de recursos e deficiências estruturais, esses instrumentos oferecem suporte essencial a decisões públicas alinhadas aos limites ecológicos e às especificidades socioterritoriais. Sua vinculação aos ODS da Agenda 2030 amplia a relevância dos IGAS na construção de agendas locais sustentáveis.

Assim, a presente investigação parte da seguinte questão orientadora: *como os IGAS podem subsidiar o planejamento territorial e orientar políticas públicas voltadas à sustentabilidade socioambiental em contextos marcados por desigualdades estruturais, como é o caso do município de Barcarena-PA?* Com base nessa indagação, o presente estudo analisa os IGAS no município entre 2000 e 2010. A escolha deste intervalo temporal deve-se à disponibilidade de dados sistematizados e comparáveis no momento

da pesquisa, uma vez que os resultados do Censo Demográfico de 2022 ainda não haviam sido integralmente divulgados, o que dificultou a incorporação de informações mais atualizadas.

PERSPECTIVAS TEÓRICAS SOBRE SUSTENTABILIDADE E PLANEJAMENTO

Debates sobre a Amazônia Legal em relação à sustentabilidade e planejamento territorial assumem contornos peculiares, uma vez que sua complexidade socioambiental e trajetória de ocupação exigem abordagens integradas considerando-se sua diversidade ecológica, cultural e econômica. Assim, os IGAS configuram-se como relevantes instrumentos para a análise de dinâmicas locais e regionais, além de contribuir para o diagnóstico de padrões de uso dos recursos naturais e à identificação de vulnerabilidades socioambientais, com vistas ao desenvolvimento de políticas públicas orientadas à redução de desigualdades e à transição para modelos de desenvolvimento mais sustentáveis.

INDICADORES GEOAMBIENTAIS DE SUSTENTABILIDADE: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES

O conceito de sustentabilidade, embora amplamente disseminado, permanece polissêmico e objeto de constantes controvérsias teóricas (Pombo; Jacobi, 2024). Em termos gerais, remete à ideia de um desenvolvimento capaz de atender às necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade das futuras satisfazerem as suas próprias necessidades, conforme estabelecido no Relatório Brundtland (CMMAD, 1987). Ainda que represente um marco conceitual, a definição carece de instrumentos que permitam sua aplicação à escala territorial, tornando os indicadores de sustentabilidade indispensáveis à mediação entre o conhecimento técnico-científico e as ações públicas.

Nesse contexto, os IGAS distinguem-se por integrarem dados ambientais, sociais e espaciais em análises territoriais. Veiga (2009) ressalta sua capacidade de expressar com precisão as inter-relações entre sistemas ecológicos e ações humanas, possibilitando avaliações contínuas da qualidade ambiental. Kazak *et al.* (2017) acrescenta que tais indicadores apresentam especial aplicabilidade em escala regional, contemplando variáveis como disponibilidade e qualidade da água, manejo de



resíduos, ocupação do solo, emissões de poluentes e acesso à infraestrutura urbana.

Além de monitorar a degradação ambiental, os IGAS oferecem base empírica para o ordenamento territorial. Soligo (2012) destaca que indicadores integrados elucidam as relações entre pressões antrópicas e a capacidade de suporte dos ecossistemas, subsidiando o planejamento em múltiplas escalas. Nesse contexto, sobressai o Barômetro da Sustentabilidade (Prescott-Allen, 1995), cuja articulação de indicadores ecológicos e sociais permite identificar disparidades e áreas críticas na Amazônia, orientando políticas públicas.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA LEGAL: DESAFIOS E CONFLITOS

A Amazônia Legal, que compreende nove estados e aproximadamente 60% do território brasileiro, configura-se como um dos maiores desafios à consolidação de estratégias voltadas ao desenvolvimento sustentável. Apesar de concentrar parcela expressiva da biodiversidade global, a região convive com intensas desigualdades sociais, deficiências estruturais nos serviços de saneamento e processos de ocupação frequentemente caracterizados pela desorganização territorial (Brites Figueiredo *et al.*, 2024).

As políticas públicas para a Amazônia têm privilegiado a integração econômica via exploração intensiva de recursos, frequentemente ignorando especificidades socioambientais (Becker, 2005). Programas como o PIN e o PAS propuseram modelos distintos de desenvolvimento, mas com resultados ambíguos quanto à inclusão social e à conservação. Bunker (1985) observa que a extração em economias de fronteira gera ganhos imediatos concentrados externamente, perpetuando degradação ambiental e desigualdades sociais.

Nos últimos anos, entretanto, observa-se a defesa, por parte de diversos autores, de uma inflexão nas estratégias de desenvolvimento para a região, orientada por arranjos produtivos locais, valorização dos saberes tradicionais, biotecnologia, bioeconomia e justiça ambiental (Nobre; Nobre, 2019; Ribeiro *et al.*, 2024). Tais perspectivas requerem a construção de bases diagnósticas capazes de apreender as dinâmicas territoriais em curso, bem como os impactos ambientais e sociais resultantes dos processos de urbanização e industrialização.



Neste cenário, a aplicação de IGAS no contexto amazônico emerge como uma alternativa promissora, oferecendo suporte à formulação de políticas públicas regionais fundamentadas em dados empíricos e metodologias passíveis de replicação. Como ressaltam Silva Júnior *et al.* (2023), a elaboração de indicadores ajustados às realidades locais constitui uma condição indispensável para orientar intervenções públicas que considerem simultaneamente a preservação ecológica e as demandas sociais, assim promovendo formas de desenvolvimento mais equitativas e sustentáveis.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL

A articulação entre diagnóstico ambiental e ordenamento territorial é central para políticas públicas sustentáveis. O diagnóstico ambiental sistematiza e analisa informações sobre componentes naturais e antrópicos, identificando pressões, vulnerabilidades e potencialidades (Gonçalves, 2001). Já o ordenamento territorial, para esse autor, consiste em ações coordenadas para organizar o uso do espaço conforme metas sociais, econômicas e ambientais.

No Brasil, ordenamento territorial ganhou respaldo normativo com a promulgação da Constituição de 1988 e a instituição de marcos legais, como o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001). Entretanto, sua efetivação encontra obstáculos relacionados a entraves institucionais, carência de dados integrados e limitações na articulação entre diferentes escalas. Tais fragilidades são especialmente pronunciadas em áreas da Amazônia Legal, onde predominam ocupações dispersas e descontinuidades no provimento de serviços públicos.

Nesse contexto, os IGAS assumem função estruturante ao viabilizar uma leitura integrada do território e orientar decisões sobre expansão urbana, infraestrutura e conservação ambiental. Segundo Robati e Rezaei (2022), indicadores ajustados ao contexto urbano-periférico avaliam a eficiência das políticas de gestão, subsidiando planos diretores e revisões de zoneamentos ecológico-econômicos.

POLÍTICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE REGIONAL

Além de diagnóstico técnico, o desenvolvimento de políticas públicas sustentáveis requer participação social contínua e o reconhecimento das múltiplas territorialidades amazônicas. Conforme destaca Sachs (2004), trata-se de um processo complexo que articula dimensões ecológicas, econômicas, sociais, culturais e político-institucionais, demandando abordagens interdisciplinares e metodologias sensíveis à diversidade de saberes, nas quais a participação social como é um componente indispensável para a construção de soluções legítimas e sustentáveis.

Nesse contexto, a governança ambiental depende diretamente do fortalecimento das competências locais de análise, planejamento e monitoramento. Como argumentam Ribeiro *et al.* (2024), a adoção de indicadores integrados, como os IGAS, contribui para o aprimoramento das instituições locais, promovendo a construção de uma cultura política orientada à sustentabilidade. Esses indicadores produzem evidências sobre desigualdades socioambientais e padrões insustentáveis de uso dos recursos naturais, assumindo um papel estratégico na reformulação de políticas públicas.

Na Amazônia, sistemas de indicadores têm apoiado pactos intergovernamentais, impulsionado cooperação internacional e estimulado programas de desenvolvimento territorial sustentável. Destacam-se o Observatório do Clima e o MapBiomass, que geram e disseminam dados qualificados, promovem a participação social e fortalecem a resposta dos gestores a desafios ambientais. Assim, processos decisórios participativos e informados são essenciais para políticas que integrem preservação, justiça social e desenvolvimento sustentável na região.

MATERIAL E METODOS

Esta análise adota uma abordagem metodológica mista, combinando dados do IBGE, mapas do Projeto TerraClass e técnicas de geoprocessamento, permitindo uma leitura integrada das condições ambientais e socioeconômicas. Barcarena foi escolhida como recorte empírico por sua posição estratégica na Amazônia, caracterizada pela confluência de intensa atividade produtiva, fragilidade ecológica e desigualdades sociais — um espaço emblemático das contradições e potencialidades do desenvolvimento em zonas de fronteira.

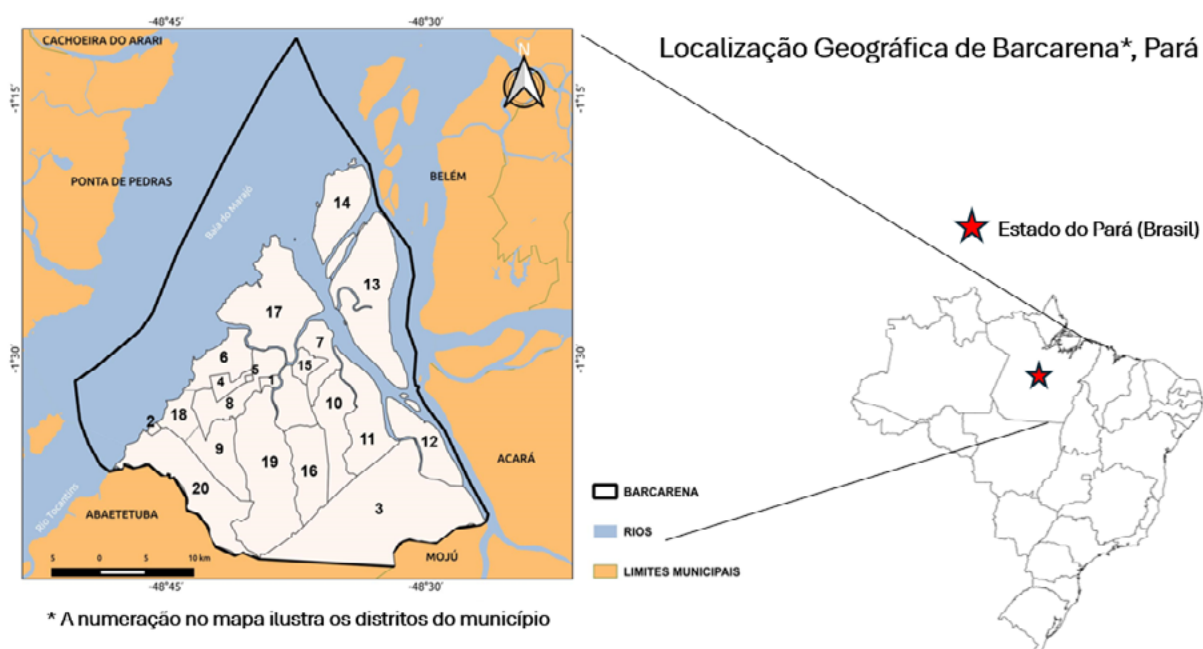


LOCAL DE ESTUDO

O município de Barcarena é localizado na região Norte do Brasil entre as latitudes 1° 34' 18,6" S e 1° 35' 22,58" S e longitudes 48° 42' 56,08" W e 48° 46' 11,74" W a uma altitude média de 9 metros em relação ao nível do mar (Figura 1). Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), sua população é de 126.650 habitantes, distribuída numa área de 1.310,4 km², cuja densidade demográfica é de aproximadamente 96,6 habitantes por km².

Conforme a Figura 1, Barcarena é composta pelos seguintes distritos: Sede (1), Murucupi (2), Guajarauna (3), Vila Itupanema (4), Vila dos Cabanos (5), Bairro do Laranjal (6), Cafezal (7), Jupariquara (8), São Vicente (9), Guajará do Icaraú (10), Ilha São Mateus (11), Ilha do Arapari (12), Ilha das Onças (13), Arapiranga (14), Vila São Francisco (15), CDI (16), Ilha da Trambioca (17), Distrito Industrial (18), Nova Santarém (19) e Castanhalzinho (20). Cada um dos distritos possui características distintas e contribui para a diversidade socioeconômica e ambiental da região.

Figura 1 | Barcarena e distribuição geográfica de seus distritos, configuração territorial e extensão geográfica da área de estudo



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)



Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, a região possui um clima tropical chuvoso do tipo Afi, com precipitação média anual de cerca de 2500 mm durante o ano todo (Silva Júnior *et al.*, 2023). Sua vegetação predominante é floresta tropical, além de florestas densas em áreas mais elevadas, vegetação de várzeas em zonas inundáveis e florestas secundárias (Ribeiro *et al.*, 2013).

A geologia da região integra a bacia sedimentar da foz do rio Amazonas, caracterizada pelo Grupo Barreiras, que compreende arenitos, argilitos e conglomerados formados em ambientes litorâneos e marinhos transicionais, além de sedimentos mais recentes e inconsolidados (Rossetti *et al.*, 1989). Entre os solos predominantes, destacam-se o Latossolo Amarelo distrófico, o Podzol Hidromórfico e o Concrecionário Laterítico, com variações expressivas de textura (Cohen *et al.*, 2007).

Segundo a Companhia de Desenvolvimento Econômico do Pará (Condec, 2024), Barcarena desempenha um papel relevante como polo industrial no estado, com ênfase no beneficiamento e na exportação de caulim, alumina, alumínio e cabos destinados à transmissão de energia elétrica. O município também abriga o maior porto do Pará, o Porto de Vila do Conde, considerado estratégico para as atividades minero-metalúrgicas e portuárias da região (Paz *et al.*, 2011). Embora a economia local tenha raízes na agricultura e na pesca artesanal, observa-se um processo de diversificação, com expansão para o turismo e setores industriais, como a petroquímica e a produção de fertilizantes, impulsionando o crescimento econômico tanto do município quanto do estado.

DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

A investigação combinou levantamento bibliográfico e o cálculo de índices sobre abastecimento de água, esgotamento sanitário e disposição de resíduos. Os IGAS foram construídos com base no Barômetro da Sustentabilidade de Prescott-Allen (1995), que integra avaliações de ecossistemas e sistemas humanos em uma métrica única. Segundo Robati e Rezaei (2022), essa ferramenta permite selecionar indicadores ajustados ao contexto, representando de forma clara e adaptável o progresso rumo à sustentabilidade.



PESQUISA DE CAMPO

Foi elaborado um mapa de Barcarena com dados georreferenciados do IBGE (2010). Setores censitários foram agrupados em distritos, utilizando vetores do Projeto TerraClass e o software QGIS 2.18, conforme as especificidades territoriais (Figura 1). O TerraClass, desenvolvido pelo CRA, qualifica o desmatamento na Amazônia Legal e subsidia a compreensão do uso e cobertura da terra, com base em dados do Projeto PRODES, que monitora a Floresta Amazônica desde 1988 por imagens de satélite sob coordenação do INPE (Almeida *et al.*, 2016).

Os dados foram organizados e classificados utilizando o método de quebra natural, adaptado de Chen *et al.* (2013), com o objetivo de reduzir a variância interna das classes e facilitar a visualização da distribuição espacial das variáveis.

As informações censitárias do IBGE (2000 e 2010) foram sistematizadas em tabelas, permitindo comparações temporais e análise da evolução dos indicadores geoambientais de sustentabilidade em Barcarena. O intervalo foi escolhido pela disponibilidade de dados desagregados por setores censitários, essencial à metodologia. Embora não reflita o cenário mais atual, trata-se do conjunto mais recente sistematizado em escala compatível, garantindo consistência e comparabilidade entre os distritos.

Com a conclusão do Censo Demográfico de 2022, novas possibilidades analíticas poderão ser exploradas, embora a liberação completa dos microdados ainda esteja em andamento, o que limita sua utilização imediata. Assim, a opção pelos dados de 2000 e 2010 permanece como a alternativa mais adequada para diagnósticos que requerem detalhamento espacial. Esse recorte temporal possibilita delinear um panorama evolutivo da sustentabilidade local e oferece suporte a futuras estratégias de planejamento regional.

As variáveis analisadas incluíram: domicílios particulares permanentes (V002); com abastecimento de água da rede geral (V012); abastecimento por poço ou nascente na propriedade (V013); abastecimento por água pluvial armazenada em cisterna (V014); outras formas de abastecimento (V015); domicílios com banheiro de uso exclusivo ou sanitário (V016); com esgotamento via rede geral de esgoto ou pluvial (V017); via fossa séptica (V018); via fossa rudimentar (V019); via vala (V020); via rio, lago ou mar (V021); outro escoadouro (V022); com lixo coletado (V035); lixo coletado por serviço de limpeza (V036); lixo coletado em caçamba de serviço de limpeza (V037); lixo queimado na propriedade (V038); lixo enterrado

na propriedade (V039); lixo descartado em terreno baldio ou logradouro (V040); descartado em rio, lago ou mar (V041); e outros tipos de descarte de resíduos (V042).

CÁLCULO DOS IGAS

O cálculo dos IGAS foi realizado por meio dos seguintes procedimentos:

Passo 1: Cálculo dos Índices Individuais

Fórmulas específicas foram determinadas para calcular os índices individuais de sustentabilidade em cada distrito para cada componente (água, esgoto e descarte de resíduos).

Abastecimento de água (Eq. 1):

$$\text{Índice de Água} = \frac{(AGERAL + APOCO - AOUTRA)}{TP} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: AGERAL: Abastecimento por rede geral do município; APOCO: Abastecimento por poço artesiano; AOUTRA: Outras formas de abastecimento de água; TP: Total de propriedades.

Tratamento de esgoto (Eq. 2):

$$\text{Índice de Esgoto} = \frac{(3 \cdot \text{ESG_GERAL} + 2 \cdot \text{ESG_FOSS} - \text{ESG_RUD} - 2 \cdot \text{ESG_OUT})}{TP} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde: ESG_GERAL: Esgoto pela rede geral do município; ESG_FOSS: Esgoto por fossa séptica; ESG_RUD: Esgoto por fossa rudimentar; ESG_OUT: Esgoto por outras formas; TP: Total de propriedades.

Descarte de lixo (Eq. 3):

$$\text{Índice de Resíduos} = \frac{(3 \cdot \text{RES_COL} - 3 \cdot \text{RES_TERR} - 2 \cdot \text{RES_OUT})}{TP} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde: RES_COL: Resíduo coletado; RES_TERR: Resíduo descartado em terrenos; RES_OUT: Outras formas de descarte; TP: Total de propriedades.

Passo 2: Classificação dos Níveis de Sustentabilidade

Os níveis de sustentabilidade adotados neste estudo seguem a metodologia do Barômetro de Prescott-Allen (1995), que organiza dados em uma escala de 0 a 1 (Tabela 1). Valores mais baixos indicam maior grau de insustentabilidade, enquanto valores mais altos refletem condições mais sustentáveis. Tal classificação permite avaliar de forma integrada os aspectos ambientais e sociais dos distritos analisados, facilitando assim uma comparação entre diferentes períodos e áreas.



Tabela 1 | Níveis de sustentabilidade, segundo barômetro de Prescott-Allen (1995)

NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE	FAIXA ESTIMADA
Insustentável	0 – 0,25
Potencialmente Insustentável	0,26 – 0,50
Intermediário	0,51 – 0,70
Potencialmente Sustentável	0,71 – 0,85
Sustentável	0,86 - 1

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Passo 3: Classificação dos Distritos

Após determinar os índices individuais, os distritos foram classificados de acordo com os valores obtidos, levando em consideração os níveis de sustentabilidade estipulados na Tabela 1. Mapas de cada classe foram elaborados de modo a apresentar cada índice individualmente (água, esgoto e descarte de resíduos) de cada distrito.

Passo 4: Cálculo do Índice Geoambiental de Sustentabilidade (Eq. 4)

A fórmula de média ponderada dos índices individuais (água, esgoto e descarte de resíduos) foi utilizada para determinar o Índice de Sustentabilidade Geoambiental:

$$IGAS = \frac{\sum \text{Índices Individuais}}{n} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde $n = 3$, é o número de índices individuais considerados (água, esgoto e descarte de resíduos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na sequência, são apresentados os resultados dos IGAS, contemplando aspectos relacionados ao abastecimento de água, ao tratamento de esgoto e ao manejo de resíduos sólidos nos distritos do município de Barcarena, Pará.



ÍNDICES INDIVIDUAIS DE SUSTENTABILIDADE POR DISTRITO

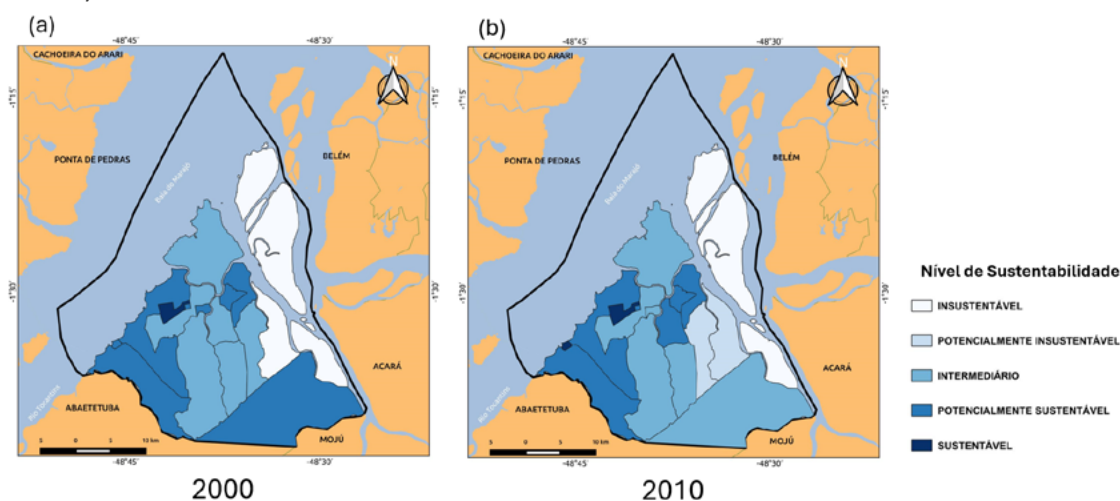
De acordo com a metodologia do Barômetro da Sustentabilidade, a avaliação dos índices permitiu uma análise integrada das condições ecológicas e humanas em relação ao desenvolvimento sustentável na região. A Figura 2 ilustra a evolução do nível de sustentabilidade da água em Barcarena, Pará, nos anos de 2000 e 2010.

A análise dos mapas revela mudanças significativas na sustentabilidade dos recursos hídricos ao longo da década. Em 2000 (Figura 2a), grande parte do município era classificada como ‘Insustentável’ ou ‘Potencialmente Insustentável’, evidenciando deficiências na gestão e na infraestrutura de abastecimento. As áreas insustentáveis apresentavam distribuição dispersa, indicando desigualdade nos serviços de fornecimento de água.

O mapa de 2010 (Figura 2b) indica que áreas anteriormente classificadas como insustentáveis evoluíram para as categorias “Intermediária”, “Potencialmente Sustentável” ou “Sustentável”, evidenciando avanços nas políticas públicas e intervenções destinadas à melhoria da infraestrutura de abastecimento de água e saneamento básico.

Observa-se uma expansão das zonas enquadradas como “Potencialmente Sustentáveis” e “Sustentáveis”, como resultado de investimentos que ampliaram o acesso à água potável e contribuíram para elevação da qualidade de vida da população local. Conforme demonstrado na Figura 2b, os territórios com classificação sustentável tornaram-se mais extensos, englobando grande parte do município e sugerindo uma gestão mais eficiente e equânime dos recursos hídricos. Contudo, apesar do progresso alcançado, ainda há áreas em níveis intermediários ou potencialmente insustentáveis, revelando que o caminho para consolidar a sustentabilidade plena ainda demanda esforços contínuos e estratégias direcionadas a superar os desafios remanescentes.

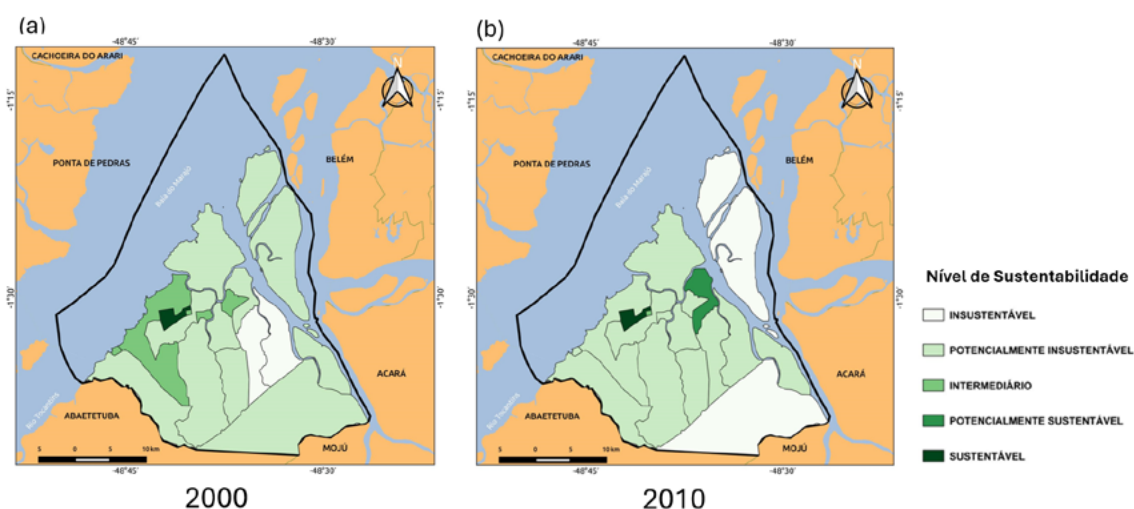
Figura 2 | Evolução do nível de sustentabilidade da coleta e abastecimento de água em Barcarena (2000- 2010)



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

A Figura 3 ilustra a evolução do nível de sustentabilidade do tratamento de esgoto em Barcarena, Pará, entre os anos de 2000 e 2010. O mapa de 2000 (Figura 3a) mostra a predominância das categorias ‘Insustentável’ e ‘Potencialmente Insustentável’, com poucas áreas em condições satisfatórias. Em 2010 (Figura 3b), observa-se uma ampliação expressiva das zonas ‘Intermediárias’ e ‘Potencialmente Sustentáveis’, indicando melhorias no tratamento de esgoto, impulsionadas por políticas públicas e investimentos em infraestrutura.

Figura 3 | Evolução do nível de tratamento de esgoto em Barcarena (2000- 2010)

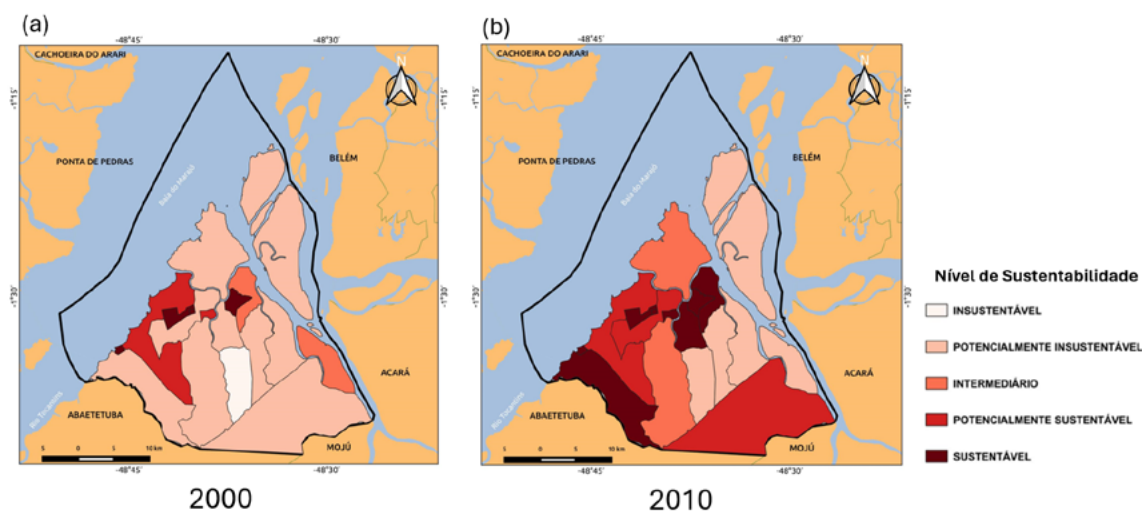


Fonte: Elaborada pelos autores (2024)



A Figura 4 ilustra a evolução do nível de sustentabilidade na gestão de resíduos em Barcarena, Pará, entre os anos 2000 e 2010.

Figura 4 | Evolução da sustentabilidade na gestão de resíduos em Barcarena (2000- 2010)



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

No ano 2000 (Figura 4a), grande parte das áreas do município era classificada como “Insustentável” ou “Potencialmente Insustentável”, e poucas áreas atingiam o nível “Intermediário”. Em contraste, o mapa de 2010 (Figura 4b) demonstra um avanço significativo, visto que diversas áreas atingiam níveis “Intermediário”, “Potencialmente Sustentável” e “Sustentável”. Este progresso indica melhorias na gestão de resíduos, além de refletir um avanço nas políticas de manejo de resíduos sólidos e um maior investimento em infraestrutura de coleta e descarte adequado de lixo no município.

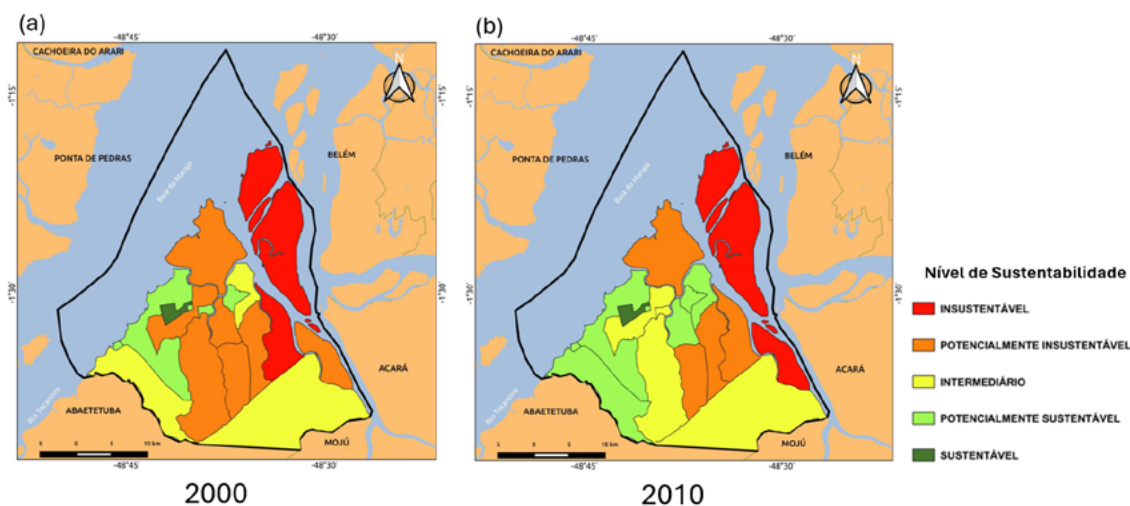
Os mapas apresentados nas Figuras 2, 3 e 4 evidenciam que os efeitos das políticas públicas e dos investimentos em infraestrutura proporcionaram uma melhoria nos índices de sustentabilidade no município. Embora avanços tenham sido registrados, ainda há áreas que demandam atenção contínua para que se alcancem níveis mais adequados de sustentabilidade.

Os resultados obtidos reforçam a importância de uma gestão ambiental integrada, assim como a necessidade de políticas públicas orientadas a assegurar o desenvolvimento sustentável em longo prazo, promovendo, simultaneamente, uma melhoria da qualidade de vida da população local e preservação de recursos naturais.

ÍNDICES GEOAMBIENTAIS DE SUSTENTABILIDADE POR DISTRITO DE BARCARENA

A fórmula da média ponderada dos índices individuais (água, esgoto e resíduos) foi utilizada para calcular os IGAS. A Figura 5 mostra a evolução do IGAS em Barcarena, Pará, entre os anos 2000 e 2010.

Figura 5 | Evolução do IGAS em Barcarena (2000-2010)



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

De acordo com a Figura 5a, em 2000, grande parte do município era classificado como “Insustentável” ou “Potencialmente Insustentável”, mas poucas áreas alcançaram os níveis “Intermediário” ou superiores. Já em 2010 (Figura 5b), a melhoria nos índices de sustentabilidade se tornou evidente, uma vez que várias áreas progrediram para as categorias “Intermediário”, “Potencialmente Sustentável” e “Sustentável”. Tal evolução indica um avanço nas políticas públicas, maior conscientização ambiental e investimentos em infraestrutura e gestão ambiental. No entanto, ainda há áreas em níveis alarmantes, sinalizando a necessidade de maiores esforços para promover sustentabilidade em toda a região.

Observando os 19 distritos de Barcarena em 2010 (Figura 5b), verifica-se que 36,8% do município era classificado como potencialmente insustentável, indicando a necessidade de intervenções significativas nestas áreas. Além disso, 26,3% das áreas eram classificadas como intermediárias, demonstrando uma condição moderada de sustentabilidade que ainda requer aprimoramentos. As áreas potencialmente sustentáveis representam 21,1% do total, refletindo boas condições ambientais, mas ainda há espaço para melhorias. Apenas 10,5% das áreas eram classificadas como sustentáveis,

indicando ótimo estado de sustentabilidade. Por fim, 5,3% das áreas eram consideradas insustentáveis, destacando regiões críticas onde ações urgentes são necessárias para recuperação ambiental. Tal distribuição evidencia a diversidade das condições de sustentabilidade em Barcarena, enfatizando a importância de estratégias de gestão ambiental adaptadas a cada área.

IGAS EM BARCARENA – PA: AVANÇOS, LIMITES E PERSPECTIVAS

Os resultados deste estudo revelam avanços no desempenho ambiental de Barcarena entre 2000 e 2010, expressos na melhoria dos índices relacionados ao abastecimento de água, tratamento de esgoto e gestão de resíduos sólidos. Os avanços observados refletem esforços vinculados à expansão da infraestrutura urbana e ambiental, embora tenham ocorrido de forma desigual entre os distritos que compõem o município.

Entretanto, a análise dos indicadores aponta para carências estruturais e uma lacuna expressiva na produção e disponibilização de informações ambientais que comprometem a gestão dos recursos naturais e dificultam o planejamento urbano. Soma-se a isso a recorrente flexibilização do Plano Diretor, frequentemente orientada por interesses privados, que favorece a expansão desordenada do território e a intensificação de vulnerabilidades socioambientais. Ocorrências como o vazamento de lama vermelha (Liberal, 2018), as chuvas de fuligem e os acidentes envolvendo resíduos de caulim (Steinbrenner *et al.*, 2020) ilustram a fragilidade dos mecanismos de controle e evidenciam a necessidade de políticas ambientais mais preventivas e responsivas.

Dentre os IGAS examinados, o abastecimento de água apresentou uma melhoria mais acentuada no período analisado, com a ampliação de áreas classificadas como sustentáveis ou potencialmente sustentáveis. A tendência observada indica a realização de investimentos públicos e privados voltados à expansão da infraestrutura hídrica, contribuindo, ainda que parcialmente, para a mitigação dos históricos déficits de acesso à água potável. Considerando o conjunto do território, a análise evidencia a persistência de disparidades na distribuição dos serviços, com a manutenção de áreas em níveis intermediários ou insustentáveis, especialmente nas periferias urbanas e nos distritos mais distantes dos polos industriais.



Embora o tratamento de esgoto e a gestão de resíduos sólidos também tenham apresentado melhorias no intervalo considerado, tais avanços permanecem restritos frente à magnitude dos desafios. Extensas zonas ainda carecem de cobertura adequada de saneamento, além de sua infraestrutura precária e ausência de serviços regulares de coleta e disposição apropriada de resíduos. Conforme apontado por Carmo e Costa (2016), tal desigualdade evidencia falhas estruturais na gestão urbana e ambiental resultantes da constante priorização de áreas economicamente estratégicas em detrimento dos territórios mais vulneráveis. Tal lógica aprofunda a reprodução de desigualdades intraurbanas, impede a universalização do direito ao saneamento e sobrecarrega os ecossistemas locais.

Adicionalmente, a distribuição assimétrica de investimentos, somada à ausência de um planejamento territorial que integre justiça ambiental e inclusão social, compromete a efetividade das políticas públicas implementadas no município. Os indicadores analisados revelam uma estrutura de governança que, embora tenha promovido avanços localizados, não conseguiu romper com os padrões seletivos de urbanização, tampouco reduziu as assimetrias no acesso aos bens e serviços ambientais.

A permanência de áreas marcadas por situações de insustentabilidade evidencia a urgência de políticas redistributivas, além da necessidade de consolidar estratégias participativas de ordenamento e instrumentos de monitoramento contínuo, capazes de combinar rigor técnico com compromisso ético diante das desigualdades estruturais do território de Barcarena. Além disso, a inexistência de um planejamento integrado e de uma coordenação intersetorial limita a construção de um modelo de desenvolvimento fundamentado em princípios de sustentabilidade, enquanto decisões orientadas por resultados imediatos intensificam a degradação dos ecossistemas, além de aprofundar desigualdades sociais e comprometer resiliência socioambiental.

Nesse contexto, políticas públicas que priorizem educação ambiental, participação social e governança territorial colaborativa constituem alternativas promissoras para a transformação do modelo atualmente vigente (Ferreira *et al.*, 2024). Para os autores, a adoção dessas práticas pode favorecer trajetórias de desenvolvimento mais equitativas, sustentáveis e capazes de conciliar a

preservação dos ecossistemas amazônicos, proporcionando uma melhoria nas condições de vida das populações locais. Assim, compreende-se que o fortalecimento de processos decisórios participativos, associado à transparência na gestão pública e ao uso de instrumentos de monitoramento, contribui para assegurar a efetividade das políticas implementadas.

Nesse cenário, os IGAS revelam-se como importantes ferramentas para o diagnóstico de desigualdades intraurbanas voltados à formulação de políticas públicas orientadas ao equilíbrio entre crescimento econômico, justiça social e preservação ambiental. Embora sustentados em dados dos censos de 2000 e 2010, os resultados constituem uma base analítica consistente para futuras comparações e aprimoramentos, especialmente em contextos amazônicos. Com a liberação integral dos microdados do Censo de 2022, novas possibilidades analíticas se abrem, permitindo a atualização dos indicadores e o aprofundamento das investigações.

Em resposta à questão central desta pesquisa, conclui-se que os IGAS oferecem suporte relevante ao planejamento territorial e à formulação de políticas públicas em contextos marcados por desigualdades estruturais. No caso de Barcarena, sua aplicação evidenciou padrões desiguais de acesso à infraestrutura e permitiu a identificação de áreas críticas, fortalecendo a conexão entre informação técnica, justiça ambiental e gestão pública.

Ainda que transformações positivas tenham sido observadas durante o período analisado, ainda há inúmeros desafios a serem superados considerando-se o cenário local. Consolidar políticas públicas duradouras, orientadas por um ordenamento territorial justo, uma gestão ambiental responsável e práticas educativas voltadas à sustentabilidade, representa um passo indispensável para promover melhores condições de vida à população e assegurar a proteção dos ecossistemas amazônicos, cuja integridade é vital para as gerações presentes e futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou os indicadores geoambientais de sustentabilidade em Barcarena (PA) entre 2000 e 2010 com o objetivo de identificar impactos ambientais e socioeconômicos na Amazônia Paraense. Seus resultados evidenciam avanços no abastecimento de água, tratamento de esgoto e na gestão de resíduos sólidos. Apesar das melhorias, ainda há áreas classificadas como intermediárias ou potencialmente insustentáveis, revelando a necessidade de ações contínuas de modo a ampliar a justiça ambiental e reduzir desigualdades no território.

Do ponto de vista prático, a análise reforça a relevância de um monitoramento por meio de IGAS, além de destacar a importância de políticas públicas articuladas ao ordenamento territorial. Além disto, há subsídios técnicos voltados a fortalecer o planejamento urbano em Barcarena e contribuições para debates sobre sustentabilidade em regiões de fronteira ambiental e socioeconômica. Ressalta-se, ainda, a importância de estratégias levando-se em conta as desigualdades internas do município, com o intuito de aprimorar a qualidade de vida da população e preservar os ecossistemas locais.

Entre as limitações, destaca-se a dependência dos dados censitários de 2000 e 2010, visto que os microdados do Censo de 2022 ainda não estavam integralmente disponíveis, o que restringiu a atualização da análise e seu detalhamento espacial. Pesquisas futuras devem incorporar novas informações de modo a permitir análises mais criteriosas dos indicadores além de uma identificação de tendências recentes. Estudos comparativos sobre outros municípios da Amazônia Legal também são sugeridos de modo a melhor compreender estratégias sustentáveis adaptáveis às distintas realidades regionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Mestrado Profissional em Ecodesenvolvimento e Gestão Ambiental da Universidade de Taubaté (UNITAU) pelo apoio técnico e institucional oferecido.



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Cláudio Aparecido; COUTINHO, Alexandre Camargo; ESQUERDO, Júlio César Dalla Mora ; ADAMI, Marcos ; VENTURIERI, Adriano ; DINIZ, Cesar Guerreiro, ... & GOMES, Alessandra Rodrigues. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica**, v. 46, p. 291-302, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201505504>
- BECKER, Bertha K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10047>
- BRITES FIGUEIREDO, Alexandre Ganan; NARITA, Beatriz Sakuma; JÚNIOR, Rudinei Toneto. Infraestruturas de saneamento básico na Amazônia Legal: a Lei 14.026/2020 e os desafios da universalização. **Revista Digital de Direito Administrativo**, v. 11, n. 2, p. 41-63, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2319-0558.v11i2p41-63>
- BUNKER, Stephen G. **Underdeveloping the Amazon: extraction, unequal exchange, and the failure of the modern state**. Chicago: University of Chicago Press, 1985.
- CARMO, Monique Bruna Silva; COSTA, Sandra Maria Fonseca da. Os paradoxos entre os urbanos no município de Barcarena, Pará. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 8, p. 291-305, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.008.003.A001>
- CHEN, Jian; YANG, Shengtian; LI, Hongwei; ZHANG, Bin; LV, Junrong.. Research on geographical environment unit division based on the method of natural breaks (Jenks). **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 40, p. 47-50, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-4-W3-47-2013>
- CMMAD. Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- COHEN, Julia Clarinda Paiva; BELTRÃO, Josivan da Cruz; GANDU, Adilson Wagner; SILVA, Renato Ramos. Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 36-39, 2007. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v59n3/a15v59n3.pdf>
- CONDEC. Companhia de Desenvolvimento do Econômico do Pará. Governo do Estado do Pará. Barcarena. 2024. Disponível em: <https://www.codec.pa.gov.br/barcarena/>
- COSTA FILHO, Felipe Antonio; BELTRÃO, Afonso; MORALES, Gundisalvo; RIBEIRO, Hebe Morganne; VERA, Manuel. Análise de suscetibilidade erosiva no município de Barcarena-PA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1455>
- FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos Ebape**, v. 15, p. 667-681, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1679-395157473>
- FERREIRA, Willian José; TARGA, Marcelo dos Santos; RICHETTO, Kátia Celina da Silva; SPEDO, Gabriella Reis Carrer. Gamificação e educação ambiental: desafios e perspectivas para a sensibilização e mudança de atitudes rumo a um futuro sustentável. **Caminhos de Geografia**, v. 25, n. 100, p. 291-306, 2024. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/71267>
- GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2001.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. 2024. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>
- KAZAK, Jan; ŚWIĄDER, Małgorzata; SZEWRĄŃSKI, Szymon; ŻMUDA, Romuald. Geo-environmental indicators in strategic



environmental assessment. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 16, n. 2, p. 123-135, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15576/ASP.FC/2017.16.2.123>

LIBERAL. Rede Liberal, afiliada da TV Globo, Pará. **Notícias**. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/populacao-fotografa-rejeitos-de-bauxita-espalhados-na-pa-481-em-barcarena-no-pa-na-noite-desta-quinta-feira.ghml?>

NEWBOLD, Tim; BENTLEY, Laura F.; HILL, Samantha L. L.; EDGAR, Melanie J.; HORTON, Matthew; SU, Geoffrey; ŞEKERCIOĞLU, Çağan H.; COLLEN, Ben; PURVIS, Andy. Global effects of land use on biodiversity differ among functional groups. **Functional Ecology**, v. 34, n. 3, p. 684-693, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13500>.

NOBRE, Ismael; NOBRE, Carlos. Projeto “Amazônia 4.0”. **Futuribles**, v. 2, n. PT2, p. 7-20, 2019. Disponível em: <https://shs.cairn.info/revista-futuribles-2019-PT2-page-7?lang=es>

PAZ, Alexsandra Câmara; FRÉDOU, Flavia Lucena; FRÉDOU, Thierry. Caracterização da atividade pesqueira em Vila do Conde (Barcarena, Pará), no estuário amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 6, p. 307-318, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222011000200004>

PIRATOBA, Alba Rocio Aguilar; RIBEIRO, Hebe Morganne Campos; MORALES, Gundisalvo Piratoba; GONÇALVES, Wanderson Gonçalves. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 435-456, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>

POMBO, R. M. R., & JACOBI, P. R. (2024). SBN “Soluções baseadas em qual Natureza?”. **Diálogos Socioambientais**, 7(19), 49-53. Disponível em: <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/1071>

PRESCOTT-ALLEN, Robert. Barometer of sustainability. Project on monitoring and assessing progress toward sustainability. **Proceeding**. IUCN International Assessment Team, v. 1., n. 1, p.1-22, 1995. Disponível em: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/server/api/core/bitstreams/155c139b-07ef-421b-992e-0f2b34cb0385/content>

RIBEIRO, Erlon A.; SANDRI, Delvio; BOÊNO, Josianny A. Qualidade da água de córrego em função do lançamento de efluente de abate de bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 425-433, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400011>

RIBEIRO, Renata Maciel; FERREIRA, Amanda Estefânia de Melo; CARDOSO, Ana Cláudia Duarte; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira; DALASTA, Ana Paula; CARMO, Monique Bruna Silva; AMARAL, Silvana. A trama urbana amazônica: proposta metodológica para reconhecimento de um território de possibilidades. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 26, p. e202433pt, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202433pt>

ROBATI, Maryam; REZAEI, Fatemeh. Applying the Sustainability Barometer Approach to Assess Urban Sustainability. **Urban Science**, v. 6, n. 4, p. 85, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/urbansci6040085>

ROSSETTI, Dilce de Fátima; TRUCKENBRODT, Werner; GÓES, Ana Maria. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos barreiras e Pós-Barreiras na Região Bragantina, Nordeste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio**, v. 1, p. 25-74, 1989. <https://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/623>

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SILVA JÚNIOR, Osmar Guedes da; VASCONCELOS, Marcelo Augusto Machado; BITTENCOURT, Paulo Celso Santiago; MIRANDA, Lúcio Correia; MELO, Paulo Alves de; SANTOS, Artur Vinícius Ferreira dos; MELO, Kellem Cristina Prestes; CECIM, Liene Vilhena; PIMENTEL, José Alessandro Belém. Uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Rio Itaporanga-Barcarena na Amazonia Paraense. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 6, p. 4861-4885, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv21n6-090>

SOLIGO, Valdecir. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. **Estudos em Avaliação Educacional**, p. 12-25, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.18222/eae235220121926>



STEINBRENNER, Rosane Albino; NETO, Guilherme Guerreiro; BRAGANÇA, Pedro Loureiro; CASTRO, Edna Maria Ramos. Desastre da mineração em Barcarena, Pará e cobertura midiática: diferenças de duração e direcionamentos de escuta. **Reciis**  **Rev Eletrôn Comun Inf Inov Saúde**, v. 14, n. 2, p. 307-328 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/41968>

VEIGA, José Eli da. Indicadores socioambientais: evolução e perspectivas. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 29, p. 421-435, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31572009000400007>



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional.

