Programa de Pós-Graduação
Desenvolvimento Regional
Mestrado e Doutorado

DOI: 10.17058/f9same25

Vulnerabilidade socioambiental urbana na Região Geográfica Imediata de Brejo Santo-CE

Christiane Luci Bezerra Alves
Universidade Regional do Cariri –Crato – Ceará – Brasil
ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5987-6814

Pedro Eduardo de Sousa Lima
Universidade Regional do Cariri –Crato – Ceará – Brasil
ORCID: http://orcid.org/0009-0006-9796-267X

Anderson da Silva Rodrigues
Universidade Regional do Cariri –Crato – Ceará – Brasil
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2559-0305

Valéria Feitosa Pinheiro
Universidade Regional do Cariri –Crato – Ceará – Brasil
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1539-2751

Adriana Correia Lima Franca
Universidade Regional do Cariri –Crato – Ceará – Brasil
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5562-2515

Resumo
Estudos sobre vulnerabilidade socioambiental têm se destacado no contexto em que a análise dos sistemas econômicos e sociais é cada vez mais repensada a partir de suas conexões ambientais. Esse ensaio se propõe a identificar o padrão de vulnerabilidade socioambiental urbana da Região Geográfica Imediata de Brejo Santo - CE, a partir da construção de um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana (IVSA), composto por seis dimensões: econômica (VEC), educacional (VED), políticas de saúde (VPS), habitacional (VH), infraestrutura urbana (VIU) e pressão sobre o ambiente natural (VPN). Como resultados, as dimensões que registram padrões de alta vulnerabilidade são a econômica (0,625), a educacional (0,562) e a de infraestrutura urbana (0,525). Níveis intermediários de vulnerabilidade foram observados em políticas de saúde (IVPS de 0,436, próximo do limite superior da faixa de vulnerabilidade moderada) e habitacional (IVH de 0,354). A dimensão pressão sobre o ambiente natural apresenta os melhores resultados, com baixa vulnerabilidade e IVPN de 0,118. Esse conjunto de resultados aponta para vulnerabilidade socioambiental média (IVSA de 0,437) na Região Geográfica Imediata de Brejo Santo - CE, com padrão de vulnerabilidade superior ao da Região Imediata de Juazeiro do Norte (0,436), ao de Fortaleza (0,351) e à média cearense (0,427).

CC BY

Palavras–chave: Dinâmicas urbanas. Vulnerabilidade socioambiental. Políticas públicas.

Urban socio-environmental vulnerability in the immediate geographic region of Brejo Santo-CE

Abstract
Studies on socio-environmental vulnerability have stood out in a context in which the analysis of economic and social systems is increasingly rethought based on their environmental connections. This essay aims to identify the pattern of urban socio-environmental vulnerability in the Immediate Geographic Region of Brejo Santo - CE, based on the construction of an Urban Socio-Environmental Vulnerability Index (IVSA), composed of six dimensions: economic (VEC), educational (VED), health policies (VPS), housing (VH), urban infrastructure (VIU) and pressure on the natural environment (VPN). As a result, the dimensions that register patterns of high vulnerability are the economic (0.625), the educational (0.562) and the urban infrastructure (0.525) ones. Intermediate levels of vulnerability were observed in health policies (IVPS of 0.436, close to the upper limit of the moderate vulnerability range) and housing (IVH of 0.354). The dimension of pressure on the natural environment presents the best results, with low vulnerability and IVPN of 0.118. This set of results points to average socio-environmental vulnerability (IVSA of 0.437) in the Immediate Geographic Region of Brejo Santo - CE, with a pattern of vulnerability higher than that of the Immediate Region of Juazeiro do Norte (0.436), that of Fortaleza (0.351) and the Ceará average (0.427).

Keywords: Urban dynamics. Socio-environmental vulnerability. Public policy.

Vulnerabilidad socioambiental urbana en la región geográfica inmediata de Brejo Santo-CE

Resumen
Los estudios sobre vulnerabilidad socioambiental se han destacado en un contexto en el que el análisis de los sistemas económicos y sociales se replantea cada vez más a partir de sus conexiones ambientales. Este ensayo tiene como objetivo identificar el patrón de vulnerabilidad socioambiental urbana en la Región Geográfica Inmediata de Brejo Santo - CE, a partir de la construcción de un Índice de Vulnerabilidad Socioambiental Urbana (IVSA), compuesto por seis dimensiones: económica (VEC), educativa (VED), de políticas de salud (VPS), de vivienda (VH), de infraestructura urbana (VIU) y de presión sobre el medio natural (VPN). Como resultado, las dimensiones que registran patrones de alta vulnerabilidad son la económica (0,625), la educativa (0,562) y la de infraestructura urbana (0,525). Se observaron niveles intermedios de vulnerabilidad en las políticas de salud (IVPS de 0,436, cercano al límite superior del rango de vulnerabilidad moderada) y en la vivienda (IVH de 0,354). La dimensión de presión sobre el medio natural presenta los mejores resultados, con baja vulnerabilidad e IVPN de 0,118. Este conjunto de resultados apunta a una vulnerabilidad socioambiental media (IVSA de 0,437) en la Región Geográfica Inmediata de Brejo Santo - CE, con un patrón de vulnerabilidad superior al de la Región Inmediata de Juazeiro do Norte (0,436), al de Fortaleza (0,351) y al promedio de Ceará (0,427).

Palabras clave: Dinámica urbana. Vulnerabilidad socioambiental. Políticas públicas.

1 Introdução

Um dos importantes movimentos do sistema de cidades no Brasil, nas últimas décadas, tem sido a consolidação de centros regionais e a afirmação de cidades polo, a partir de conexões por meio do fluxo de pessoas, mercadorias, capital e informações, com amplas influências territoriais.

Considerando as mudanças nas dinâmicas econômica, demográfica, política e ambiental do Brasil, foi necessário o reconhecimento de novas esferas e escalas de influência social, cultural, econômica entre os municípios, surgindo a classificação das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As Regiões Geográficas Imediatas possuem a rede urbanizada como referência mais relevante, constituindo-se por estruturas dos centros urbanos próximos com dinâmica para atender à necessidade relativa a bens, emprego e serviços públicos especializados. Cada recorte possui um polo articulador de seu território, sendo geralmente o polo de hierarquia urbana maior, responsável pela definição da região (IBGE, 2017).

Paralelamente, estudos sobre vulnerabilidade socioambiental têm se destacado no contexto onde a análise dos sistemas econômicos e sociais é cada vez mais repensada a partir de suas conexões ambientais. Em meio à discussão de um novo padrão de desenvolvimento, onde a dimensão ambiental passa a nortear a atuação dos diferentes segmentos (setor público, organizações empresariais, terceiro setor, sociedade, de modo geral), o campo de interesses que tenta conciliar desenvolvimento com equilíbrio ambiental e equidade social passa a envolver: gestão e planejamento ambiental; políticas e práticas ambientais; sustentabilidade e proteção; risco e vulnerabilidade socioambiental etc. A vulnerabilidade ambiental urbana passa, portanto, a ser pauta importante para pensar qualidade de vida e bem-estar das populações.

Além disso, a vulnerabilidade dos sistemas ambientais, sociais e econômicos não decorre apenas do risco de desastres ou de práticas inadequadas de gestão, nem se restringe às mudanças climáticas, à globalização ou aos acordos comerciais. Ela resulta, sobretudo, da forma como esses sistemas se relacionam entre si. Nesse sentido, conforme Aquino, Paletta e Almeida (2017), a análise da vulnerabilidade ambiental pode constituir um caminho a ser percorrido pelos governos, tanto para aprimorar o gerenciamento dos recursos naturais quanto para aplicar medidas eficazes de solução dos problemas estruturais presentes nas diversas sociedades.

É nesse quadro que se insere o presente ensaio, cujo objetivo é identificar o padrão de vulnerabilidade socioambiental urbana da Região Geográfica Imediata de Brejo Santo - CE. Para tanto, adota-se como estratégia metodológica a construção de um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana (IVSA), que busca sintetizar, de forma integrada, as múltiplas dimensões que condicionam a vulnerabilidade na região.

2 Percurso metodológico

Situada no extremo sul do estado do Ceará, a Região Geográfica Imediata de Brejo Santo – CE abrange os municípios de Abaiara, Barro, Brejo Santo, Jati, Mauriti,

Milagres, Penaforte e Porteiras, e tem em Brejo Santo seu polo articulador e centro dinâmico regional. O município ocupa a posição de Centro de Zona A (4A) na hierarquia urbana e integra o Arranjo Populacional de Juazeiro do Norte/CE - Capital Regional B (2B), o que evidencia sua inserção em uma rede urbana de influência regional. Brejo Santo possui área territorial de 654,658 km² e população de 51.090 habitantes, com densidade demográfica de 78,04 hab./km² (IBGE, 2026a). Economicamente, o município concentra a maior expressão da região: em 2023, registrou PIB de R$ 1.263.862,58 mil e PIB per capita de PIB per capita de R$24.737,96, ocupando a 27ª posição no ranking estadual e respondendo por 38,90% do PIB regional. Esse desempenho contrasta com o dos demais municípios da RGIBS, que apresentam PIBs e PIBs per capita significativamente menores, como Jati, cujo PIB per capita foi de R$ 16.531,25, e Abaiara, com R$ 14.318,54, o que reforça a centralidade econômica de Brejo Santo no contexto regional (IBGE, 2026b).

A construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana (IVSA) foi realizada a partir da elaboração de seis índices que representam as dimensões: econômica (VEC), educacional (VED), políticas de saúde (VPS), habitacional (VH), infraestrutura urbana (VIU) e pressão sobre o ambiente natural (VPN).

A construção do IVSA baseou-se em dados secundários, obtidos junto ao IBGE, ao Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), entre outras instituições. A definição das variáveis utilizadas é detalhada no Quadro 1, que parte da proposição de Alves, Rodrigues e Rodrigues (2021) e incorpora três novas dimensões voltadas à mensuração da vulnerabilidade socioambiental urbana.

Quadro 1 - Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana – Dimensões, indicadores e fontes

Dimensões e índices	Indicadores	Observações sobre as variáveis	Fonte
Vulnerabilidade Econômica (VEC)	População Ocupada – IPO	Percentual de população ocupada	IBGE (2022)
	Renda Per Capita – IRPC	Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo	IBGE (2022)
	Domicílio sem Rendimento – IDR1	Percentual de domicílios sem rendimento	IPECE (2021)
	Domicílio com Rendimento de até ½ SM – IDR2	Percentual de domicílios com rendimento de até ½ salário mínimo	IPECE (2021)
Vulnerabilidade Educacional (VED)	Taxa de Escolarização – ITE	Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade	IBGE (2022)
	Taxa de Analfabetismo – ITA	Percentual de pessoas com 15 anos ou mais que não sabem ler e escrever	IBGE (2022)
	Médias dos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental e Médio – IDEB	Média das Notas do Ensino Fundamental e Médio	IBGE (2022)
	Leitos para Internação – ILI	Leitos para internação por mil hab.	IBGE (2022)

Vulnerabilidade em Políticas de Saúde (VPS)	Taxa de Mortalidade Infantil – ITMI	Taxa de mortalidade infantil-óbitos por mil nascidos vivos	IBGE (2022)
	Internações por Diarreia – IID	Internações por diarreia por mil habitantes	IBGE (2022)
	Notificação de Casos de Dengue – INCD	Notificações de casos de dengue por mil habitantes	IBGE (2022)
Vulnerabilidade Habitacional (VH)	Condição de Ocupação do imóvel – ICO	Percentual de domicílios que não são próprios ou alugados; Próprio ou alugado – 0; outra condição – 1	IBGE (2022)
	Domicílios em condições sanitárias inadequadas – IDCSI	Percentual de domicílios sem ligação a rede geral de esgoto	IBGE (2022)
	Densidade de pessoas por dormitório – IDD	Percentual de domicílios com mais de duas pessoas por dormitório	IBGE (2022)
	Padrão de revestimento dos domicílios – IPRD	Percentual de domicílios com outros revestimentos que não alvenaria	IBGE (2022)
Vulnerabilidade de Infraestrutura Urbana (VIU)	Esgotamento sanitário – ICES	Percentual da população urbana sem cobertura de esgoto	IPECE (2021)
	Abastecimento de Água – IAA	Percentual de domicílios que obtém água por poço, nascente ou outra forma	IPECE (2021)
	Coleta de Lixo – ICL	Percentual de domicílios sem lixo coletado	IPECE (2021)
	Características urbanísticas do entorno dos domicílios – ICUE	Avaliação da existência de arborização urbana, boca de lobo ou bueiro, lixo acumulado no logradouro e esgoto a céu aberto	IBGE (2022)
	Manejo de águas pluviais – IMAP	Avaliação da existência de: a) apenas drenagem superficial; b) áreas de risco sujeitas a deslizamentos; c) área de risco sem infraestrutura de drenagem; d) área de risco que necessitam de drenagem especial; e) dispositivos de amortecimento de águas fluviais	IBGE (2017)
Pressão sobre o Ambiente Natural (VPN)	Emissão de monóxido de carbono – IEMC	emissão de monóxido de carbono veicular (kg/hab)	Brasil (2011)
	Resíduos Industriais totais -IRI	Resíduos Industriais (kg/hectare) no ano de 2001 segundo inventário estadual	Ceará (2004)

	Degradação Ambiental por queimadas- IDAQ	Focos de queimada (por mil/hab)	INPE (2018)
	Preservação de mata nativa – IP	Percentual da área do município reservada para matas ou florestas naturais destinadas a preservação permanente ou reserva legal	IBGE (2022)

Fonte: Elaboração dos autores.

Em termos analíticos, o cálculo do IVSA ocorre a partir da equação proposta por Alves, Rodrigues e Rodrigues (2021):

$$IVSA = \frac{1}{k}\sum_{p=1}^{k} I_p \quad (1)$$

Onde:

IVSA = Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana;

I_p = valor do p-ésimo índice;

p = 1,..., k (índice)

Cada índice é formado a partir de um conjunto de indicadores, como mostra o Quadro 1. Embora haja um número diverso de variáveis, decidiu-se definir pesos iguais entre os indicadores na composição desse índice. O valor do p-ésimo índice foi calculado conforme a seguir:

$$I_p = \frac{1}{S}\sum_{q=1}^{S} C_q \quad (2)$$

$$C_q = \frac{1}{M}\sum_{j=1}^{m}\left[\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^{n}\frac{E_{ij}}{Emax_i}\right)\right] \quad (3)$$

Onde:

Cq = representa a contribuição do q-ésimo indicador no p-ésimo índice dos municípios;

E_{ij} = escore da i-ésima variável do q-ésimo indicador obtida pelo j-ésimo município;

$Emax_i$ = escore máximo da i-ésima variável do q-ésimo indicador;

i = 1,..., n (variáveis que compõem o indicador "q");

j = 1,..., m (municípios);

q = 1,...,s (número de indicadores que compõem o p-ésimo índice).

O índice de vulnerabilidade proposto é apresentado em uma escala de 0 a 1, sendo 0 a menor vulnerabilidade relativa entre os municípios e o valor 1 representando a maior vulnerabilidade. Para fins de classificação, foram utilizadas as seguintes escalas de vulnerabilidade: vulnerabilidade baixa, com valores de índice entre 0 e 0,200 (inclusive); vulnerabilidade moderada, entre 0,201 e 0,499 (inclusive); e vulnerabilidade alta, entre 0,500 e 1 inclusive (Alves; Rodrigues; Rodrigues, 2021).

3 Referencial teórico

Conforme proposto por Acselrad (2006), a compreensão da vulnerabilidade é contextual, estando comumente associada à exposição a riscos, refletindo a

sensibilidade de indivíduos, localidades, infraestruturas e ecossistemas diante de diferentes tipos de adversidade.

Sob a perspectiva da vulnerabilidade ambiental, o fenômeno ocorre quando os sistemas naturais se mostram suscetíveis ou incapazes de responder a interações externas. Essa condição pode resultar tanto das características próprias do ambiente natural quanto da pressão exercida pelas atividades humanas, ou mesmo de um sistema frágil, com baixa capacidade de recuperação, isto é, com reduzida capacidade de retornar ao seu estado natural e de superar situações críticas. (Aquino; Paletta; Almeida, 2017).

Figueirêdo et al. (2007) definiram a vulnerabilidade ambiental como a fragilidade de um sistema diante da degradação ambiental, levando em conta fatores como a exposição do sistema a estresses ambientais característicos de atividades agroindustriais. Tais fragilidades podem ser mensuradas por meio de indicadores que evidenciam: (i) os fatores antropogênicos que pressionam o sistema; (ii) a sensibilidade do sistema à pressão exercida; (iii) as características ambientais físicas e biológicas da área afetada; e (iv) a capacidade de resposta do meio impactado. Nessa perspectiva, a vulnerabilidade socioambiental de um sistema é determinada pelo caráter e pela magnitude das interações a que está exposto, por sua suscetibilidade e por sua capacidade de adaptação a mudanças de qualquer natureza.

Vale ressaltar que, como discutem Alves, Correia e Silva (2024), a constituição das cidades submete o meio físico a solicitações das mais diversas ordens, alterando sua dinâmica mediante a criação ou a aceleração de inúmeros processos, sem considerar as limitações impostas aos ambientes de maior fragilidade. Para Garcias e Sanches (2010), as atividades urbanas contínuas têm produzido mudanças expressivas no meio ambiente, sobretudo nos processos naturais, tornando as cidades progressivamente mais expostas a riscos e vulnerabilidades nos campos social e ambiental. Confalonieri (2003), por sua vez, aponta que o conceito de vulnerabilidade tem sido incorporado ao tratamento das questões ambientais urbanas e, dada a indissociabilidade da questão social, tem sido utilizado para caracterizar os grupos sociais mais afetados por estresses de natureza ambiental, incluindo aqueles associados ao clima.

Embora a definição esteja voltada, sobretudo, para a vulnerabilidade decorrente de desastres naturais, é importante ressaltar que a vulnerabilidade e os riscos urbanos envolvem um conjunto de condicionantes sociais, econômicos, tecnológicos, culturais, ambientais e políticos, diretamente associados à situação de pobreza de uma parcela representativa da sociedade contemporânea. No contexto brasileiro, o acelerado processo de urbanização e a desapropriação de terras rurais produziram um expressivo contingente de trabalhadores migrantes que, desprovidos de renda ou com renda insuficiente, não conseguiram adquirir ou alugar moradia nas cidades. Diante disso, passaram a ocupar áreas inadequadas, muitas vezes expostas a situações de risco, como deslizamentos de terra e inundações, configurando um grupo em permanente estado de vulnerabilidade (Ribeiro, 2010).

Nessa mesma direção, Ximenes (2010) evidencia o caráter multidimensional da vulnerabilidade, compreendida como a condição de indivíduos ou grupos que, além de expostos a riscos, estão sujeitos a elevados graus de desagregação social. Essa condição resulta de processos de exclusão, discriminação e invisibilidade, associados a fatores como pobreza, crises econômicas, fragilidade dos sistemas de

seguridade e proteção social, localização insegura e níveis reduzidos de capital humano, social ou cultural.

Desse modo, a vulnerabilidade assume também uma dimensão social. Nas áreas urbanizadas, a pobreza e a concentração de renda acentuam a insegurança, fazendo com que um número expressivo de indivíduos das classes média e baixa esteja exposto a riscos e dificuldades, o que os torna mais vulneráveis (Jatobá, 2011).

De modo geral, como ratifica Silva Júnior (2020, p. 16), a vulnerabilidade social se manifesta "principalmente na ocorrência em áreas periféricas e/ou de baixas condições infraestrutural, o que acarreta fortes impactos negativos no poder de reconstrução individual e coletiva das comunidades".

A observação dos fatores de pressão ambiental associados à ocupação humana e à fragilidade de um território em sofrer danos em decorrência desses fatores evidencia seu estado de vulnerabilidade ambiental. O conhecimento dessa dinâmica auxilia na priorização de investimentos públicos, normalmente escassos, em diferentes regiões nacionais (Figueiredo et al., 2007). Tal priorização deve considerar pesquisas sobre a sensibilidade do meio ambiente às mudanças, bem como estudos que envolvem aspectos de vulnerabilidade, tidos como importantes para a sustentabilidade e para a promoção da melhoria da qualidade socioambiental (Ribeiro et al., 2016).

Vale ressaltar que a construção de índices de vulnerabilidade socioambiental em contextos de desenvolvimento regional constitui um instrumento analítico fundamental para a compreensão das desigualdades territoriais e para a formulação de políticas públicas mais eficazes. Ao sintetizar múltiplas dimensões, esses índices permitem identificar não apenas as áreas mais críticas, mas também as inter-relações entre os fatores que produzem e reproduzem a vulnerabilidade. Como destacam Alves, Rodrigues e Rodrigues (2021), a mensuração da vulnerabilidade por meio de índices compostos possibilita uma leitura integrada das condições de vida da população e das pressões sobre o ambiente natural, contribuindo para a priorização de investimentos e ações em regiões historicamente marcadas por carências estruturais. Nesse sentido, o índice não é apenas um instrumento descritivo, mas também um subsídio ao planejamento territorial e à gestão pública em escalas regionais.

No caso de regiões geográficas imediatas, como a de Brejo Santo - CE, a aplicação de um índice de vulnerabilidade socioambiental urbana (IVSA) se revela particularmente relevante, pois permite captar as especificidades de municípios de pequeno porte que, muitas vezes, são invisibilizados nas análises agregadas de desenvolvimento regional. A construção do IVSA, ao considerar dimensões como economia, educação, saúde, habitação, infraestrutura urbana e pressão sobre o ambiente natural, oferece uma base objetiva para a identificação de prioridades locais e para a formulação de políticas públicas que considerem as desigualdades intra e interurbanas. Além disso, ao permitir a comparação entre diferentes recortes territoriais, intraestaduais e com o próprio estado do Ceará, o índice contribui para uma visão mais ampla dos processos de desenvolvimento regional e das assimetrias que os caracterizam, reforçando a necessidade de estratégias territorializadas e socialmente inclusivas.

4 Resultados e discussões

A Tabela 1 analisa os indicadores da dimensão vulnerabilidade econômica, com o objetivo de verificar a situação econômica das famílias da região e avaliar em que medida o padrão de crescimento econômico tem exposto as populações a condições de vulnerabilidade que repercutem em sua qualidade de vida e bem-estar. O indicador de população ocupada (IPO) se baseia nos indivíduos inseridos em condições de trabalho e remuneração favoráveis, protegidos por contratos registrados. Observa-se que todos os municípios apresentaram valores elevados para esse indicador, o que demonstra um cenário acentuado de informalidade no mercado de trabalho. A média da RGIBS permanece próxima das médias do estado e da RINTER JN. Os municípios de Brejo Santo e Mauriti registraram o maior número de empregos formais, com 3.571 e 3.629, respectivamente, o que, somado, representa cerca de 52,62% do total de empregos formais da RGIBS. Abaiara e Jati apresentaram o menor número de empregos formais, totalizando 8,84% dos empregos da região.

O índice de renda per capita (IRPC) tenta relacionar o desempenho do PIB com as demandas da população em geral, funcionando como um indicador de desenvolvimento econômico dessa região. Todos os municípios apresentaram valores elevados no indicador, configurando alta vulnerabilidade.

Tabela 1 - Índice de Vulnerabilidade Econômica (IVEC) e indicadores da RGI de Brejo Santo – CE

Municípios	IPO	IRPC	IDR1	IDR2	IVEC
Abaiara	0,973	0,968	0,116	0,404	0,615
Barro	0,971	0,961	0,266	0,513	0,678
Brejo Santo	0,878	0,890	0,299	0,208	0,569
Jati	0,939	0,887	0,034	0,479	0,585
Mauriti	0,980	0,958	0,174	0,680	0,698
Milagres	0,969	0,958	0,093	0,428	0,612
Penaforte	0,940	0,907	0,190	0,344	0,595
Porteiras	0,960	0,936	0,182	0,519	0,649
MÉDIA DA RGIBS	**0,951**	**0,933**	**0,169**	**0,447**	**0,625**
MÉDIA RINTER JN	**0,943**	**0,941**	**0,182**	**0,520**	**0,647**
FORTALEZA	**0,662**	**0,729**	**0,262**	**0,000**	**0,413**
CEARÁ	**0,932**	**0,918**	**0,249**	**0,506**	**0,651**

Fonte: elaboração própria.

O índice de domicílios sem rendimento (DR1) apontou baixa vulnerabilidade em seis dos oito municípios analisados, enquanto Barro e Brejo Santo apresentaram vulnerabilidade moderada. No que se refere ao percentual de domicílios com rendimento de até ½ salário mínimo (DR2), 62,5% dos municípios analisados registraram vulnerabilidade média, com destaque para Mauriti, Porteiras e Barro, que apresentaram os maiores valores para esse indicador. Nesses municípios, o percentual de famílias com renda domiciliar de até ½ SM corresponde, respectivamente, a 67,24%, 63,33% e 61,26%.

Essa dimensão apresentou índice de 0,625 para a Região Geográfica Imediata estudada, sendo classificada com alto nível de vulnerabilidade econômica, valor

bastante próximo da média estadual (0,651). No mesmo sentido, todos os municípios da RGIBS registraram alta vulnerabilidade.

A Tabela 2 expõe o nível de vulnerabilidade da dimensão educacional, a partir da avaliação das taxas de escolarização e de analfabetismo e do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). Quanto à taxa de escolarização (ITE), 62,5% dos municípios (Abaiara, Barro, Jati, Penaforte e Porteiras) foram classificados como de vulnerabilidade moderada. Mauriti e Milagres obtiveram os melhores resultados, sendo classificados como de baixa vulnerabilidade. A taxa de escolarização líquida, percentual da população em determinada faixa etária matriculada no nível de ensino adequado à sua idade, variou entre 71,7% e 95,4% no ensino fundamental e entre 34,9% e 61,1% no ensino médio. Brejo Santo, embora apresente alta vulnerabilidade no indicador, registra taxa positiva de escolarização, com 85,59% no nível fundamental e 44,44% no nível médio.

Tabela 2 - Índice de Vulnerabilidade Educacional (IVED) e indicadores da RGI de Brejo Santo - CE

Municípios	ITE	ITA	IDEB	IVED
Abaiara	0,346	0,705	0,725	0,592
Barro	0,296	0,553	0,613	0,487
Brejo Santo	0,864	0,513	0,600	0,659
Jati	0,173	0,630	0,813	0,539
Mauriti	0,173	0,698	0,738	0,536
Milagres	0,407	0,709	0,738	0,618
Penaforte	0,346	0,459	0,675	0,493
Porteiras	0,235	0,716	0,763	0,571
MÉDIA DA RGIBS	**0,355**	**0,623**	**0,708**	**0,562**
MÉDIA RINTER JN	**0,309**	**0,665**	**0,680**	**0,551**
FORTALEZA	**0,420**	**0,000**	**0,650**	**0,357**
CEARÁ	**0,279**	**0,639**	**0,606**	**0,508**

Fonte: elaboração própria.

No que se refere ao IDEB, optou-se por avaliar a média dos anos iniciais e finais do ensino fundamental e do ensino médio. Esse índice é composto por dois elementos: o índice de aproveitamento escolar (aprovação) e o desempenho médio nas provas aplicadas pelo Inep, sendo as taxas de aprovação obtidas no Censo Escolar (Barros, 2017), realizado anualmente. Todos os municípios apresentaram alta vulnerabilidade nesse indicador, embora o estado do Ceará tenha registrado, nos últimos anos, evolução positiva na educação e resultados satisfatórios no IDEB.

A média da vulnerabilidade educacional da RGIBS foi superior à média do Ceará e da RINTER JN, com destaque para a cidade de Brejo Santo, que apresentou o maior resultado para essa dimensão.

A Tabela 3 apresenta os indicadores da dimensão políticas de saúde. O ILI corresponde ao número de leitos de internação por mil habitantes, e 87,5% dos municípios estudados registraram valores elevados nesse indicador, com destaque para Abaiara e Jati, que alcançaram o valor máximo da escala utilizada. A escassez de leitos acarreta atraso nas internações eletivas e longas listas de espera, além de

comprometer o fluxo de leitos hospitalares, afetando as taxas de transferência externa de pacientes e dificultando as transferências internas.

Brejo Santo foi o município que apresentou vulnerabilidade média. Entre os equipamentos de saúde disponíveis, destacam-se o Hospital Especializado, o Hospital de Olhos do Ceará e dois hospitais gerais, a Casa de Saúde Nossa Senhora de Fátima e o Hospital Geral de Brejo Santo, ambos sob administração municipal. O Hospital Geral de Brejo Santo conta com Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) do Tipo I e, portanto, presta serviços hospitalares de alta complexidade. Com essa estrutura, o município dispõe de 241 leitos de internação. A vizinha Mauriti, classificada como Centro de Zona B, também possui um hospital especializado, o Hospital Maternidade São José, com 13 leitos de internação (Fernandes, 2020).

Tabela 1 - Índice de Vulnerabilidade em Políticas de Saúde (IVPS) e indicadores da RGI de Brejo Santo – CE

Municípios	ILI	ITMI	IID	INCD	IVPS
Abaiara	1,000	0,609	0,201	0,661	0,618
Barro	0,773	0,420	0,127	0,408	0,432
Brejo Santo	0,367	0,314	0,619	0,131	0,357
Jati	1,000	1,000	0,070	0,566	0,659
Mauriti	0,765	0,681	0,082	0,062	0,397
Milagres	0,628	0,707	0,102	0,168	0,402
Penaforte	0,766	0,174	0,135	0,048	0,281
Porteiras	0,821	0,257	0,098	0,202	0,345
MÉDIA DA RGIBS	**0,765**	**0,520**	**0,179**	**0,281**	**0,436**
MÉDIA RINTER JN	**0,714**	**0,442**	**0,178**	**0,182**	**0,379**
FORTALEZA	**0,649**	**0,369**	**0,057**	**0,927**	**0,500**
CEARÁ	**0,809**	**0,430**	**0,095**	**0,171**	**0,376**

Fonte: elaboração própria.

A taxa de mortalidade infantil (ITMI) corresponde ao número de óbitos por mil nascidos vivos. Jati, Milagres, Mauriti e Abaiara registraram os piores resultados, o que configura alta vulnerabilidade nesse indicador; Barro, Brejo Santo, Porteiras e Penaforte, por sua vez, apresentaram vulnerabilidade moderada. Tais resultados refletem a limitada presença de políticas públicas voltadas à melhoria dos indicadores econômicos, demográficos, educacionais, de saúde pública e saneamento básico, uma vez que a pobreza, a falta de água tratada e a desnutrição figuram entre os principais determinantes macrossocioeconômicos da mortalidade infantil no Brasil (Sousa; Nations, 2011). O indicador IID se refere ao número de internações por diarreia por mil habitantes. Verificou-se que 75% dos municípios apresentaram baixa vulnerabilidade nesse indicador, enquanto Abaiara e Brejo Santo registraram, respectivamente, vulnerabilidade média e alta.

O quarto e último indicador dessa dimensão diz respeito ao número de casos de dengue por mil habitantes notificados em cada município. Penaforte, Mauriti, Brejo Santo e Milagres registraram baixa vulnerabilidade, enquanto Barro e Porteiras apresentaram vulnerabilidade média. Abaiara e Jati registraram os maiores valores para esse indicador. Fatores sociais, comportamentais, econômicos e ambientais influenciam a proliferação da doença (Martins, 2020). Outra observação relevante é

a elevada variabilidade desse indicador, em razão da influência de surtos locais que podem elevar significativamente os valores em determinados municípios. Destaca-se que a média dos casos de dengue na RGIBS foi superior às médias estadual e da RINTER JN.

A análise da dimensão vulnerabilidade em políticas de saúde revelou que 25% dos municípios estudados (Abaiara e Jati) apresentaram alta vulnerabilidade, ao passo que os demais (Barro, Brejo Santo, Mauriti, Milagres, Penaforte e Porteiras) registraram vulnerabilidade moderada. A média da RGIBS mostra-se significativamente superior às médias da RINTER JN e do estado do Ceará, sendo superada apenas pela da capital, Fortaleza.

A análise da vulnerabilidade habitacional (Tabela 4) se mostra particularmente sensível à situação social da população. No indicador de condições de moradia, os menores valores são observados nos municípios de Brejo Santo, Penaforte, Abaiara e Porteiras, que apresentam baixa vulnerabilidade. Jati, Barro, Mauriti e Milagres registram vulnerabilidade média nesse indicador, o que sugere que as moradias nesses municípios são, muitas vezes, irregulares e não oferecem condições ideais de habitabilidade, possivelmente em razão da instabilidade dos materiais empregados na construção, da dificuldade de manutenção e da ventilação e iluminação inadequadas nos pequenos compartimentos, além de instalações sanitárias precárias. Além disso, a vulnerabilidade habitacional da RGIBS é inferior à observada na RINTER JN e no Ceará.

O indicador de condições sanitárias inadequadas aponta vulnerabilidade média em quase todos os municípios; Abaiara, contudo, registra índice relativamente alto em relação aos demais, com apenas cerca de 2,3% dos domicílios ligados à rede geral de esgotamento sanitário. Brejo Santo e Penaforte apresentam menor vulnerabilidade, por disporem de melhores condições de saneamento e de percentual relativamente elevado, frente à realidade local, de ligações à rede geral de esgoto (respectivamente, 54,7% e 53,52%). Os demais municípios apresentam percentual médio de domicílios vulneráveis e infraestrutura de saneamento fragilizada e inadequada. A maioria desses municípios é composta por pequenas cidades, com baixo percentual de população urbana, de modo que a responsabilidade pela destinação do esgoto recai sobre os moradores, o que sugere que, nesses casos, o poder público local tem um papel limitado no fornecimento de infraestrutura em zonas de caráter rural.

Tabela 4 - Índice de Vulnerabilidade Habitacional (IVH) e indicadores da RGI de Brejo Santo – CE

Municípios	ICO	IDCSI	IDD	IPRD	IVH	Pop.Urb (%)	Pop.
Abaiara	0,186	0,517	0,818	0,106	0,407	43	10.496
Barro	0,289	0,481	0,528	0,164	0,365	61	21.514
Brejo Santo	0,136	0,232	0,735	0,165	0,317	62	45.193
Jati	0,316	0,449	0,513	0,077	0,339	59	7.660
Mauriti	0,240	0,493	0,742	0,205	0,420	53	44.240
Milagres	0,222	0,477	0,656	0,125	0,370	48	28.316
Penaforte	0,141	0,240	0,515	0,209	0,276	78	8.226
Porteiras	0,195	0,420	0,673	0,053	0,335	41	15.061
MÉDIA DA RGIBS	**0,216**	**0,413**	**0,648**	**0,138**	**0,354**	**56**	**22.588**

MÉDIA RINTER JN	**0,281**	**0,448**	**0,636**	**0,161**	**0,381**	**55**	**978.221**
FORTALEZA	**0,000**	**0,203**	**0,449**	**0,272**	**0,231**	**100**	**2.452.185**
CEARÁ	**0,316**	**0,456**	**0,552**	**0,296**	**0,405**	**75**	**8.452.381**

Fonte: elaboração própria.

A densidade de dormitórios revela alta vulnerabilidade em todos os municípios, com o maior resultado em Abaiara, onde o percentual de domicílios com mais de duas pessoas por dormitório ultrapassa 31,4%; nos demais municípios, esse valor situa-se entre 23,6% e 29,5%. Pessoas que vivem em casas muito pequenas e com infraestrutura precária podem desenvolver problemas de saúde, uma vez que a falta de boa ventilação e iluminação, somada ao reduzido espaço dos domicílios em relação ao tamanho das famílias, favorece o surgimento de doenças. Algumas delas podem ser causadas até mesmo pela superpopulação em casas com pouca ventilação, como tuberculose e cólera (Cohen, 2010). Quanto ao indicador de padrão de revestimento dos domicílios, os valores observados não parecem estar relacionados ao status de urbanização. Dos oito municípios da RGIBS, 75% apresentaram baixa vulnerabilidade nesse indicador, e apenas Mauriti e Penaforte registraram vulnerabilidade média.

No índice de vulnerabilidade habitacional, constata-se que a habitação constitui um bem de elevada complexidade e essencial ao bem-estar das famílias. A partir da contextualização, verificou-se que a insuficiência de moradia digna ainda merece atenção especial nos municípios pertencentes à RGI de Brejo Santo, constituindo, entre outros aspectos, um forte indicador de subdesenvolvimento regional. Mauriti e Abaiara registraram os maiores valores do IVH, ao passo que Penaforte, Brejo Santo e Porteiras apresentaram os menores valores desse índice. A média do IVH da RGIBS foi muito próxima da média da RINTER JN e inferior à média cearense.

A quinta dimensão, cujos dados são apresentados na Tabela 5, analisa as deficiências de infraestrutura que podem expor, direta ou indiretamente, as populações a riscos ambientais. Nesse sentido, são examinados diversos aspectos, entre eles as estruturas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, as condições do entorno da moradia e a gestão de águas pluviais, sendo esta última avaliada quanto à drenagem e à exposição a deslizamentos e/ou inundações (Alves; Rodrigues; Rodrigues, 2021).

Tabela 2 - Índice de Vulnerabilidade de Infraestrutura Urbana (IVIU) e indicadores da RGI de Brejo Santo - CE

Municípios	IES	IAA	ICL	ICUE	IMAP	IVIU
Abaiara	1,000	0,407	0,672	0,379	0,800	0,652
Barro	0,798	0,333	0,463	0,370	0,800	0,553
Brejo Santo	0,170	0,221	0,263	0,301	0,400	0,271
Jati	1,000	0,300	0,460	0,246	0,400	0,481
Mauriti	0,715	0,331	0,466	0,419	0,800	0,546
Milagres	1,000	0,422	0,589	0,338	0,800	0,630
Penaforte	1,000	0,250	0,260	0,266	0,600	0,475
Porteiras	0,813	0,465	0,611	0,263	0,800	0,590

MÉDIA DA RGIBS	**0,812**	**0,341**	**0,473**	**0,323**	**0,675**	**0,525**
MÉDIA RINTER JN	**0,859**	**0,361**	**0,435**	**0,383**	**0,570**	**0,519**
FORTALEZA	**0,421**	**0,041**	**0,000**	**0,384**	**0,600**	**0,289**
CEARÁ	**0,820**	**0,345**	**0,429**	**0,359**	**0,471**	**0,485**

Fonte: elaboração própria.

No que se refere ao esgotamento sanitário (IES), verifica-se que vários municípios estão fortemente expostos ao risco, em razão das baixas taxas de cobertura urbana de esgotos. Destacam-se, com maior vulnerabilidade, Abaiara, Jati, Milagres e Penaforte, que não dispõem de infraestrutura urbana de esgoto. Além desses, Mauriti, Barro e Porteiras também registraram valores elevados no indicador, com taxas de 19,2%, 13,3% e 10,2%, respectivamente. Diante desse cenário, Brejo Santo apresentou a menor vulnerabilidade entre os municípios analisados, com taxa de cobertura de esgoto de 86,8%. Cabe destacar que a falta de esgotamento sanitário, além de provocar poluição hídrica, está diretamente associada às condições de saúde, pois a ausência de tratamento de esgoto favorece a ocorrência de doenças transmitidas por vetores hídricos e pela contaminação local (Landim, 2017).

Quanto ao serviço de abastecimento de água (IAA), observa-se a reprodução da realidade enfrentada na oferta de esgotamento sanitário. Brejo Santo também apresenta o melhor índice de abastecimento de água, com taxa de cobertura urbana de 77,1%. Penaforte, embora apresente expressiva vulnerabilidade quanto ao IES, registra taxa de cobertura de água urbana de 74,4%. Os demais municípios apresentam deficiências acentuadas, com destaque para Porteiras, Milagres e Abaiara, que registram as piores taxas de abastecimento por rede geral: 44,8%, 40,8% e 39,5% dos domicílios, respectivamente, não têm acesso a esse serviço.

No tocante à coleta de lixo (ICL), Brejo Santo e Penaforte também apresentam as maiores taxas de cobertura desse serviço. Em contrapartida, Abaiara e Porteiras registraram as maiores taxas de vulnerabilidade para o ICL, uma vez que 59,7% e 55,8% dos domicílios desses municípios, respectivamente, não são atendidos pela coleta de lixo. Uma provável explicação para esse resultado é que a menor densidade populacional, as longas distâncias e as más condições das estradas nas áreas rurais tornam a coleta de lixo mais cara, o que torna economicamente inviável a prestação do serviço em pequenas cidades com essas características, resultando em menores taxas de cobertura.

O indicador condições urbanísticas do entorno (ICUE) diz respeito à arborização, à drenagem de água (bueiros ou boca de lobo), ao acúmulo de resíduos em locais públicos e ao esgoto a céu aberto. Mauriti registrou o maior valor desse índice, sobretudo em razão da ausência de drenagem (inexistência de bueiro ou boca de lobo) e da presença de esgoto a céu aberto, consequência, principalmente, da baixa cobertura do esgotamento sanitário, visto que a maioria de seus domicílios não possui saneamento básico, o que implica expressivo volume de esgoto a céu aberto e riscos ambientais significativos para a população. Jati, Penaforte e Porteiras apresentam os menores valores para o ICUE.

O manejo de águas pluviais é particularmente relevante, pois evidencia a atuação do poder público local e a existência de infraestrutura para lidar com a drenagem pluvial, a fim de evitar ou diminuir os danos e transtornos à população. É importante destacar que as condições climáticas na região do Cariri variam entre o

clima tropical quente semiárido e o tropical quente subúmido. Embora a região esteja localizada no Nordeste, cujo clima é comumente associado ao semiárido (IPECE, 2022), essa variação implica pluviosidade maior. Essa característica, aliada à topografia, favorece a ocorrência de deslizamentos, inundações e outros eventos no período chuvoso. Dessa forma, todos os municípios se mostraram vulneráveis por não disporem de drenagem subterrânea e de mecanismos de amortecimento que reduzam os danos causados pelas chuvas. As populações dos municípios de Abaiara, Barro, Mauriti e Milagres se encontram em situação de maior vulnerabilidade, pois ainda apresentam áreas de risco sujeitas a deslizamentos e outros agravantes que exigem sistemas de drenagem especiais.

Diante do exposto, a vulnerabilidade em infraestrutura urbana é maior nos municípios de Abaiara, Milagres e Porteiras. Cabe mencionar que Brejo Santo apresenta baixa fragilidade em todos os indicadores dessa dimensão e registra o menor valor de IVIU, enquanto Abaiara se configurou como o município mais vulnerável da região. A média da vulnerabilidade em infraestrutura urbana da Região Geográfica Imediata de Brejo Santo é muito próxima da observada na Região Geográfica Intermediária de Juazeiro do Norte.

A Tabela 6 apresenta o índice de pressão sobre o ambiente natural, cujo propósito é captar os efeitos das diferentes aglomerações urbanas da RGIBS sobre o ambiente natural, tanto em termos de extração de recursos quanto de deposição de resíduos e de redução ou preservação de mata nativa e florestas.

O indicador de emissão de monóxido de carbono (IEMCV) constitui um indicador indireto da poluição do ar, diretamente relacionado à frota veicular e, por conseguinte, à população. Cabe destacar a normalização de escala adotada neste trabalho, uma vez que, nesse caso, a escala de zero a um amplia a disparidade entre os municípios em razão da baixa dispersão dos dados analisados (Alves; Rodrigues; Rodrigues, 2021). Os maiores níveis de emissão são observados em Brejo Santo, Mauriti e Penaforte, respectivamente, os dois municípios mais populosos e aquele com maior taxa de população urbana, ao passo que os demais apresentam valores menores para o indicador. Dessa forma, percebe-se que o crescimento de Brejo Santo, Mauriti e Penaforte tem sido acompanhado pelo aumento do número de veículos, o que acarreta riscos ambientais associados a esse crescimento populacional e econômico.

Tabela 3 - Índice de Vulnerabilidade Pressão sobre o Ambiente Natural (IVPN) e indicadores da RGI de Brejo Santo – CE

Municípios	IEMC	IRI	IDAQ	IP	IVPN
Abaiara	0,164	0,000	0,111	0,080	0,089
Barro	0,137	0,000	0,197	0,111	0,111
Brejo Santo	0,395	0,001	0,147	0,039	0,146
Jati	0,139	0,000	0,125	0,310	0,144
Mauriti	0,187	0,000	0,268	0,045	0,125
Milagres	0,154	0,001	0,270	0,080	0,126
Penaforte	0,370	0,000	0,042	0,027	0,110

Porteiras	0,143	0,000	0,109	0,108	0,090
MÉDIA DA RGIBS	**0,211**	**0,000**	**0,159**	**0,100**	**0,118**
MÉDIA RINTER JN	**0,233**	**0,004**	**0,220**	**0,092**	**0,137**
FORTALEZA	**0,658**	**0,547**	**0,056**	**0,000**	**0,315**
CEARÁ	**0,2785**	**0,0144**	**0,1462**	**0,1048**	**0,136**

Fonte: elaboração própria.

O indicador de produção de resíduos industriais (IRI) corrobora a concentração dos grandes centros urbanos como os maiores geradores de resíduos, sobretudo industriais; contudo, 75% dos municípios da região de estudo não registraram valores para esse indicador. Apenas Brejo Santo e Milagres apresentaram valores, ainda que pouco expressivos: tanto o setor calçadista de Brejo Santo quanto o segmento de fabricação de artefatos de cerâmica em Milagres constituem exemplos de atividades geradoras de resíduos. Cabe ressaltar, no entanto, que a escala é relativa e que, quando comparada a municípios da Região Metropolitana de Fortaleza, caracterizados por elevada atividade industrial e baixa população, os valores dos municípios analisados se revelam pouco expressivos. A título de exemplo, enquanto Maracanaú produz 6.586 kg/hab. de resíduos, Milagres produz 3,8 kg/hab.

No que se refere à degradação ambiental, adotou-se como indicador indireto a variável focos de queimada. Mauriti e Milagres registraram os maiores valores desse indicador, ao passo que Penaforte registrou o menor. Nesse caso, a vulnerabilidade decorre do risco de problemas de saúde causados pela fuligem e de danos ambientais ao solo e à biodiversidade.

Quanto à presença de áreas protegidas, as maiores vulnerabilidades estão em Jati, Barro e Porteiras, enquanto os menores valores são observados em Penaforte, Brejo Santo e Mauriti.

De modo geral, os municípios que mais exercem pressão sobre o ambiente natural e, consequentemente, se mostram mais vulneráveis são Penaforte, Jati, Brejo Santo e Milagres. Brejo Santo e Penaforte se destacam em razão da elevada poluição associada ao crescimento econômico e ao avanço da urbanização, ao passo que a vulnerabilidade de Jati e Milagres está relacionada à degradação ambiental, em razão do alto número de queimadas e da ausência de áreas preservadas.

A Tabela 7 apresenta o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana (IVSA), bem como os índices parciais relativos a cada dimensão.

Tabela 7 - Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana (IVSA) da RGI de Brejo Santo – CE

Municípios	IVEC	IVED	IVPS	IVH	IVIU	IVPN	IVSA	Ranking
Abaiara	0,615	0,592	0,618	0,407	0,652	0,089	0,495	8
Barro	0,678	0,487	0,432	0,365	0,553	0,111	0,438	4
Brejo Santo	0,569	0,659	0,357	0,317	0,271	0,146	0,386	2
Jati	0,585	0,539	0,659	0,339	0,481	0,144	0,458	6
Mauriti	0,698	0,536	0,397	0,420	0,546	0,125	0,454	5
Milagres	0,612	0,618	0,402	0,370	0,630	0,126	0,460	7

Penaforte	0,595	0,493	0,281	0,276	0,475	0,110	0,372	1
Porteiras	0,649	0,571	0,345	0,335	0,590	0,090	0,430	3
MÉDIA DA RGIBS	**0,625**	**0,562**	**0,436**	**0,354**	**0,525**	**0,118**	**0,437**	-
MÉDIA RINTER JN	**0,647**	**0,551**	**0,379**	**0,381**	**0,519**	**0,137**	**0,436**	-
FORTALEZA	**0,413**	**0,357**	**0,500**	**0,231**	**0,289**	**0,315**	**0,351**	-
CEARÁ	**0,651**	**0,508**	**0,376**	**0,405**	**0,485**	**0,136**	**0,427**	-

Fonte: elaboração própria.

Como resultado, as dimensões que registram padrões de alta vulnerabilidade são a econômica (IVEC de 0,625), a educacional (IVED de 0,562) e a de infraestrutura urbana (IVIU de 0,525). Níveis intermediários de vulnerabilidade foram observados em políticas de saúde (IVPS de 0,436, próximo do limite superior da faixa de vulnerabilidade moderada) e habitacional (IVH de 0,354), enquanto a dimensão pressão sobre o ambiente natural apresenta os melhores resultados, com baixa vulnerabilidade e IVPN de 0,118.

Tais resultados indicam vulnerabilidade socioambiental média (IVSA de 0,437) na Região Geográfica Imediata de Brejo Santo - CE, com padrão de vulnerabilidade próximo do da Região Imediata de Juazeiro do Norte (0,436) e superior ao de Fortaleza (0,351) e à média cearense (0,427).

Dessa forma, sobressaem como destaque negativo as dimensões econômica, educacional e de infraestrutura urbana, que registraram os maiores índices e configuram os principais eixos de fragilidade regional. Em contrapartida, a dimensão pressão sobre o ambiente natural apresentou o melhor desempenho relativo, indicando que, embora haja pressões pontuais sobre os recursos naturais, estas ainda não se configuram como o principal vetor de vulnerabilidade na região. A comparação com os recortes territoriais de referência, Região Imediata de Juazeiro do Norte, Fortaleza e estado do Ceará, revela que a RGIBS ocupa posição intermediária, embora com padrão de vulnerabilidade superior ao da capital e muito próximo da média estadual, o que reforça a necessidade de políticas públicas territorializadas que considerem as especificidades dos municípios de pequeno porte e as inter-relações entre as dimensões analisadas, bem como a urgência de ações que priorizem os eixos mais críticos identificados, sobretudo aqueles relacionados à economia, à educação e à infraestrutura urbana.

Cabe destacar que a posição de Brejo Santo como polo da RGI não o isenta de vulnerabilidades; ao contrário, sua condição de centro articulador da região impõe demandas específicas que se refletem nos indicadores analisados. O município concentra serviços de saúde de média e alta complexidade, equipamentos educacionais e atividades econômicas que atraem população dos municípios vizinhos, o que gera pressão sobre a infraestrutura urbana, o sistema de saúde e a rede de ensino. Esse fenômeno pode ser compreendido como uma vulnerabilidade de sobrecarga: ainda que Brejo Santo apresente os melhores índices em algumas dimensões, como infraestrutura urbana (IVIU de 0,271) e saúde (IVPS de 0,357), a função de polo faz com que essas estruturas sejam continuamente requisitadas por uma população que excede os limites do próprio município. Um exemplo claro é a dimensão educacional, em que Brejo Santo registra o maior índice de vulnerabilidade da região (IVED de 0,659), apesar de ser o principal centro urbano. Isso sugere que a

oferta de serviços não acompanha, na mesma proporção, o crescimento da demanda regional, o que reforça a necessidade de políticas públicas que considerem não apenas as carências locais, mas também as funções regionais exercidas pelos municípios-polo.

5 Considerações finais

O presente estudo permitiu identificar os níveis de vulnerabilidade socioambiental urbana na Região Geográfica Imediata de Brejo Santo - CE, que, em conjunto, apresentou padrão de vulnerabilidade média (IVSA de 0,437). Esse resultado, embora indique uma situação intermediária no contexto cearense, revela desigualdades internas relevantes entre os municípios da região, que merecem ser consideradas no planejamento territorial e na formulação de políticas públicas.

Entre os municípios analisados, Barro, Brejo Santo, Penaforte e Porteiras apresentaram IVSA inferiores à média da RGIBS. Brejo Santo, como polo regional, registra a menor vulnerabilidade nas dimensões econômica e de infraestrutura urbana, o que pode estar associado ao maior nível de renda, ao maior número de empregos formais e à concentração de atividades econômicas e investimentos públicos em infraestrutura. Porteiras, por sua vez, apresenta o menor IVPN, refletindo menor pressão sobre o ambiente natural em razão de sua menor densidade populacional e de menores emissões poluentes.

Quanto às fragilidades, Abaiara e Milagres apresentam maior vulnerabilidade em infraestrutura urbana, associada a deficiências de drenagem de águas pluviais, saneamento básico e coleta de lixo. Na dimensão de políticas de saúde, Abaiara e Jati se destacam negativamente, refletindo limitações estruturais e de investimento no setor. Já Milagres se configura como o município mais vulnerável da região, com fragilidades em todas as dimensões analisadas, o que evidencia a necessidade de ações prioritárias e articuladas entre diferentes áreas de política pública.

A leitura integrada das seis dimensões analisadas evidencia que a vulnerabilidade socioambiental urbana na RGIBS não decorre de carências isoladas, mas da combinação de fragilidades que se reforçam mutuamente. Nesse contexto, a infraestrutura urbana assume papel estruturante, pois condições inadequadas de saneamento, drenagem e coleta de lixo não apenas configuram uma dimensão específica de vulnerabilidade, mas também condicionam os resultados das demais dimensões, sobretudo saúde e habitação. Esse encadeamento sugere que intervenções setoriais isoladas tendem a ter efeitos limitados, reforçando a necessidade de abordagens intersetoriais que considerem a interdependência entre as dimensões analisadas. Além disso, a posição intermediária da RGIBS no contexto cearense, próxima da média estadual e superior à da capital, indica que a vulnerabilidade socioambiental não é um fenômeno exclusivo dos grandes centros urbanos, mas se manifesta também em regiões de pequeno porte, ainda que com configurações distintas.

Do ponto de vista do desenvolvimento regional, os resultados deste estudo contribuem para a discussão sobre as desigualdades territoriais em regiões geográficas imediatas, especialmente aquelas compostas por municípios de pequeno porte, frequentemente invisibilizados nas análises agregadas. Ao evidenciar que a vulnerabilidade socioambiental urbana se manifesta de forma diferenciada mesmo

em regiões de porte reduzido, o estudo reforça a importância de instrumentos analíticos capazes de captar essas especificidades e de orientar a formulação de políticas públicas territorializadas. Nesse sentido, a construção e a aplicação do IVSA podem servir como subsídio ao planejamento regional, ao permitir a identificação de prioridades locais e a comparação entre diferentes recortes territoriais, contribuindo para estratégias de desenvolvimento mais equilibradas e socialmente inclusivas.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. Vulnerabilidade ambiental, processos e relações. *In*: Encontro nacional de produtores e usuários de informações sociais, econômicas e territoriais, 2., ago. 2006, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: FIBGE, 2006. p. 1-5.

ALVES, C. L. B.; RODRIGUES, A. S.; RODRIGUES, N. S. Vulnerabilidade ambiental urbana nas regiões metropolitanas do Ceará. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, v. 9, n. 2, p. 133-160, jul. 2021.

AQUINO, A.R.; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J.R. **Vulnerabilidade ambiental**. São Paulo: Editora Blucher, 2017.

ALVES, N. de S.; CORREA, A. C. G.; SILVA, I. R da. Riscos e Vulnerabilidade socioambiental urbana em Iranduba-Amazonas. **Geopauta**, Vitória da Conquista, v. 8, p. 1-23, 2024.

BARROS, F. D. N. **Políticas Públicas**: relação entre as transferências do Fundeb e o resultado do Ideb nos municípios do estado do Ceara. UFERSA, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários: relatório final**. Brasília,DF: MMA, 2011. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf. Acesso em: 25 de jun. 2025.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente**. Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais** – Ceará. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). Fortaleza, 2004. 106p.

COHEN, S. C. et al. Indicadores de vulnerabilidade física da habitação em assentamentos urbanos irregulares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canelas. **Anais** [...]. Canelas: ANTAC, 2010. p. 1-10.

CONFALONIERI, U. E. C.. **Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil**. Terra Livre, São Paulo, v. 19-1, n.20, p. 193-204, 2003.

FERNANDES, J. S. **A Geografia das redes de serviços de saúde no Cariri cearense**. 2020. 193 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

FIGUEIRÊDO, M.C.B *et al*. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Revista Engenharia Sanitária e ambiental**. v.12, n.4, 2007.

GARCIAS, C. M.; SANCHES, R M. Vulnerabilidades Socioambientais e as disponibilidades hídricas urbanas: estudo de caso região metropolitana de Curitiba. **Risco** (São Carlos), v. 10, p. 1-20, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Banco de dados Cidades. Panorama.** 2026a. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/brejo-santo/panorama. Acesso em: set. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Banco de dados Cidades. Produto Interno Bruto.** 2026b.Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/38/47001. Acesso em: set. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2017. Rio de Janeiro: IBGE.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. Base de dados IPECEDATA. Base de dados do **Anuário Estatístico do Ceará**. Disponível em <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/anuario.xhtml>. Acesso em: 13 dez. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Base de dados – Focos de Queimadas. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas/>. Acesso em 10 nov. 2025.

JATOBÁ, S.U.S. Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental** (IPEA), v. 1, p. 141-148, 2011.

LANDIM, G. H. P. **Índice de Esgotamento Sanitário em Área de Vulnerabilidade Social de Juazeiro do Norte-Ce sob a Ótica do Desenvolvimento Sustentáve**l. 2017. 117f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável). Universidade Federal do Cariri. Juazeiro do Norte, 2017.

MARTINS, A. B. S. **Dengue no Ceará: 19 anos sob perspectiva espacial e temporal**. 2020. 122f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, 2020.

RIBEIRO, W. C. Riscos e vulnerabilidade urbana no Brasil. **Scripta Nova** (Barcelona), v. XIV, 2010.

RIBEIRO, A *et al*. Vulnerabilidade Ambiental à Erosão Hídrica em uma Sub-Bacia Hidrográfica pelo Processo Analítico Hierárquico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v 9; n1, p.16-31, 2016.

SILVA JÚNIOR, J. B. da. **Avaliação da vulnerabilidade socioambiental urbana de Campina Grande-PB**: uma proposta metodológica. 2020. 214f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN/CTRN) - Universidade Federal de Campina Grande, UFC, Fortaleza, 2020.

SOUSA, J. R. P. D.; NATIONS, M. Múltiplos olhares sobre a mortalidade infantil no Ceará, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 260-268, 2011.

XIMENES, D. A. Vulnerabilidade social. *In*: OLIVEIRA, D. A.; DUARTE, A. M. C.; VIEIRA, L. M. F. **Dicionário**: trabalho, profissão e condição docente. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2010. p. 1-13.

Pedro Eduardo de Sousa Lima. Graduação em Economia. Universidade Regional do Cariri. Pesquisador. Av, Cel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, Crato-CE, pedro.eduardo@urca.br

Christiane Luci Bezerra Alves. Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Regional do Cariri. Professora e Pesquisadora. Av, Cel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, Crato-CE, christiane.alves@urca.br

Anderson da Silva Rodrigues. Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Regional do Cariri. Professora e pesquisadora. Av, Cel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, Crato-CE, anderson.rodrigues@urca.br

Valéria Feitosa Pinheiro. Doutorado em Economia. Universidade Regional do Cariri. Professora e pesquisadora. Av, Cel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, Crato-CE, valeria.pinheiro@urca.br

Adriana Correia Lima Franca. Doutorado em Economia. Universidade Regional do Cariri. Professora e pesquisadora. Av, Cel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, Crato-CE, adriana.franca@urca.br

Submetido em: 15/08/2024 **Aprovado em: 13/10/2026**

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Pedro Eduardo de Sousa Lima
Análise formal
Escrita

Christiane Luci Bezerra Alves
Análise formal

Escrita
Curadoria de dados
Metodologia
Supervisão/orientação
Validação
Visualização

Anderson da Silva Rodrigues
Análise formal