



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS – PPGCA

STEPHANIE JAEL NEGRÃO DE FREITAS

VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL RELACIONADA À EROSÃO
DO SOLO EM BARCARENA-PA

Belém, PA
2021

STEPHANIE Jael NEGRÃO DE FREITAS

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL RELACIONADA À EROSÃO
DO SOLO EM BARCARENA-PA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para obtenção de grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Orientador(a): Prof. Dra. Márcia Aparecida da Silva Pimentel.

**Belém, PA
2021**

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

**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)**

- F862v Freitas, Stephanie Jael Negrão de.
Vulnerabilidade socioambiental relacionada à erosão do solo em Barcarena-PA /
Stephanie Jael Negrão de Freitas. — 2021.
90 f. : il. color.
Orientador(a): Prof^a. Dra. Márcia Aparecida da Silva Pimentel
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2021.
1. Vulnerabilidade. 2. Amazônia. 3. Desenvolvimento. I. Título.

CDD 551.352098115

STEPHANIE JAEL NEGRÃO DE FREITAS

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL RELACIONADA À EROSÃO
DO SOLO EM BARCARENA-PA**

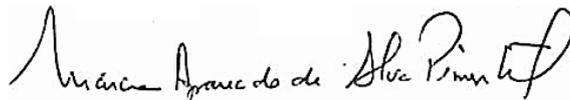
Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para obtenção de grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Data da Defesa: 03/02/2021

Banca Examinadora:



Prof. Márcia Aparecida da Silva Pimentel
Doutora em Geografia
Universidade Federal do Pará-UFPA



Prof. Everaldo Barreiros de Souza
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará-UFPA



Prof. Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo
Doutora em Agronomia
Museu Paraense Emílio Goeldi-MPEG



Prof. Milena Marília Nogueira de Andrade
Doutora em Desenvolvimento Socioambiental
Universidade Federal Rural da Amazônia- UFRA

Este trabalho é dedicado a José e Suzana, meus amados pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES pela concessão de bolsa de pesquisa e apoio técnico/ científico. A Universidade Federal do Pará, que me deu todas as oportunidades acadêmicas e profissionais. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais-PPGCA, por todas as oportunidades que me deram e todo o quadro de excelentes professores, em especial o professor José Henrique Cattanio, que sempre esteve disposto a ensinar e auxiliar em todos os momentos. A minha orientadora Márcia Pimentel, que desde o primeiro momento, me acolheu de forma amiga e nunca poupou esforços para que conseguíssemos desenvolver esta pesquisa; sempre muito acolhedora e compreensiva, uma profissional diferenciada, a qual tenho carinho eterno, uma pessoa que passou pela minha vida e fez diferença extraordinária; por ela meu coração se enche de gratidão. Ao servidor Meteorologista da UFPA Giordani Sodré, que foi essencial na construção desta dissertação, minha gratidão por todo apoio técnico e por estar sempre disposto a me ensinar a ser uma profissional melhor. Ao laboratório LASIG, em especial o professor Edson Ramos por me auxiliar na estatística para construção do Índice de Vulnerabilidade Social. Agradeço a biblioteca do Instituto de Geociências, na pessoa da Sra. Lucia Imbiriba, que me auxiliou na normalização deste trabalho. Aos meus pais José e Suzana; todo amor que existe em meu coração pertence a vocês, obrigada pelas orações e pelo imenso amor que sentem por mim. Ao meu noivo Breno que amo com todo o coração, um grande incentivador dos meus sonhos. E o mais importante, gratidão ao meu Deus, o ser supremo que me encheu de sabedoria, força e inteligência emocional pra conseguir enfrentar com leveza o desafio desta dissertação. Aos meus 17 anos quando entrei no curso de Engenharia Ambiental, nunca imaginei que chegaria tão longe, mas dentro de mim, sempre soube que um futuro brilhante me esperava. Gratidão ao meus Deus, que desde o ventre da minha mãe, traçou um futuro certo, cheio de esperança e paz para a minha vida.

“O SENHOR é a minha força e o meu escudo; com todo o coração eu confio nele. O SENHOR me ajuda; por isso, o meu coração está feliz, e eu canto hinos em seu louvor.”

Salmos 28:7

RESUMO

A transição da urbanização em países em desenvolvimento na conjuntura global de degradação ambiental associada as mudanças no uso da terra, vem gerando consequências adversas para indivíduos e ecossistemas envolvidos. O processo de ocupação das cidades brasileiras desencadeou um movimento de fixação populacional em locais impróprios para ocupação, como as zonas costeiras, locais com solo frágil, onde diversas situações de risco e vulnerabilidade social e ambiental. Neste contexto, o objetivo deste estudo consiste em fazer uma análise de vulnerabilidade socioambiental no município de Barcarena-Pa, a partir de dados estatísticos e cartográficos. Em relação aos dados sociais e econômicos pesquisados, a principal fonte utilizada foi o censo demográfico do IBGE referente ao ano de 2010, foi feita normalização de variáveis, análise fatorial e por conseguinte os dados gerados foram sobrepostos em um mapa. Para análise ambiental fez-se mapeamento geológico, geomorfológico, pedológico, pluviométrico e de uso do solo. Utilizou-se a técnica de álgebra de mapas para gerar o mapa de vulnerabilidade. Em uma visão geral, nota-se que o município de Barcarena possui uma deficiência explícita em incorporar os ganhos econômicos a favor de benefícios sociais e ambientais, uma vez que quase a totalidade do município se encontra em elevada taxa de vulnerabilidade social, fez-se um ranking com os 10 setores censitários mais vulneráveis e verificou-se que, mesmo as poucas localidades onde a parte social é mais favorecida, a vulnerabilidade ambiental leva a um cenário de risco elevado, principalmente nos meses mais chuvosos, o qual ocorre entre Dezembro a Maio. Este estudo torna-se uma importante ferramenta de planejamento ambiental e intervenção social, pois o desafio do desenvolvimento sustentável é uma realidade nas sociedades modernas que necessita ser alcançado através de estratégias e políticas efetivas e humanizadas que aliem desenvolvimento socioeconômico e defesa ambiental, pois isto é uma problemática urgente.

Palavras-chave: Vulnerabilidade. Amazônia. Desenvolvimento.

ABSTRACT

The transition from urbanization in developing countries to the global environment of environmental degradation associated with changes in land use, has had adverse consequences the individuals and ecosystems involved. The occupation process of Brazilian cities triggered a population settlement movement in places unsuitable for occupation, such as coastal areas, places with fragile soil, where different situations of risk and social and environmental vulnerability. In this context, the objective of this study is to analyze the characteristics of social and environmental vulnerabilities in the municipality of Barcarena-Pa, using statistical and cartographic data. Regarding the social and economic data surveyed, the main source used was the demographic census of the IBGE for the year 2010, normalization of variables, factor analysis and therefore the data generated were overlaid on a map. For environmental analysis, geological, geomorphological, pedological, rainfall and land use mapping was carried out. The map algebra technique was used to generate the vulnerability map. In an overview, it is noted that the municipality of Barcarena has an explicit deficiency in incorporating economic gains in favor of social and environmental benefits, since almost the entire municipality is at a high rate of social vulnerability, and even few locations where the social and most favored part, environmental vulnerability leads to a high risk scenario, especially in the rainiest months, which occurs between December to May. This study becomes an important tool for environmental planning and social intervention, since the challenge of sustainable development is a reality in modern societies that needs to be achieved through effective and humanized strategies and policies that combine socio-economic development and environmental defense, that is, a urgent problem.

Keywords: Vulnerability. Amazon. Development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2- VULNERABILIDADE AOS PROCESSOS EROSIVOS RELACIONADA COM A SAZONALIDADE CLIMÁTICA NO MUNICÍPIO DE BARCARENA, PARÁ

Figura 1- Localização geográfica do município de Barcarena, Pa.....	24
Figura 2- Unidades Geológicas do município de Barcarena, Pa.....	28
Figura 3- Unidades Geomorfológicas do município de Barcarena, Pa.....	30
Figura 4- Unidades Pedológicas do município de Barcarena, Pa.....	31
Figura 5- Uso e ocupação da terra no município de Barcarena, Pa.....	33
Figura 6- Variação sazonal da vulnerabilidade a erosão no município de Barcarena: A) Verão; B) Outono; C) Inverno; D) Primavera	36
Figura 7- Foco de Deposição de Rejeitos Industriais, conforme boletim “Barcarena ambiental”.....	39

CAPÍTULO 3- MAPEAMENTO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA

Figura 1- Localização geográfica do município de Barcarena, Pa.....	48
Figura 2- Mapa do Município de Barcarena-Pará com a Classificação da Vulnerabilidade Social, por Setor Censitário de 2020.....	55

CAPÍTULO INTEGRADOR 4- ANÁLISE ENTRE VULNERABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA

Figura 1- Localização geográfica do município de Barcarena, Pa.....	63
Figura 2- Vulnerabilidade Social.....	71
Figura 3- Vulnerabilidade Ambiental.....	72

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2- VULNERABILIDADE AOS PROCESSOS EROSIVOS RELACIONADA COM A SAZONALIDADE CLIMÁTICA NO MUNICÍPIO DE BARCARENA, PARÁ

Tabela 1- Determinação de estabilidade de acordo conforme às condições de vulnerabilidade ambiental.....	26
Tabela 2- Caracterização Geológica do município de Barcarena, Pa.....	27
Tabela 3- Caracterização Geomorfológica do município de Barcarena, Pa.....	29
Tabela 4- Caracterização Pedológica no município de Barcarena, Pa.....	31
Tabela 5- Caracterização do uso e ocupação da terra no município de Barcarena, Pa.....	32
Tabela 6- Caracterização climática no município de Barcarena, Pa.....	34
Tabela 7- Caracterização da vulnerabilidade ambiental à erosão nas quatro estações no município de Barcarena, Pa.....	37

CAPÍTULO 3- MAPEAMENTO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA.

Tabela 1- Classificação da Análise Fatorial pela Estatística KMO.....	50
Tabela 2- Estatísticas Resultantes da Aplicação da Técnica de Análise Fatorial as Variáveis Necessárias à Construção do Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena-Pará-Brasil.....	54

CAPÍTULO INTEGRADOR 4- ANÁLISE ENTRE VULNERABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA

Tabela 1- Dimensões e fundamentação teórica.....	66
Tabela 2 - Síntese dos indicadores que compõem o IVS segundo dimensões.....	66
Tabela 3- Classificação da Análise Fatorial pela Estatística KMO.....	67
Tabela 4- Variabilidade dos Índices nos Setores Censitários.....	73
Tabela 5- Eventos adversos socioambientais 2000-2018.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

IPCC- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICA

INPE- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

CAPES- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR

INMET- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

CHIRPS- CLIMATE HAZARDS GROUP INFRARED PRECIPITATION WITH STATIONS

SPSS- STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA

KMO- KAISER-MEYER-OLKIN

HS- HEMISFÉRIO SUL

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1 Justificativa e interdisciplinaridade da pesquisa	17
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo Geral.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
1.3 Estrutura da dissertação	18
2 VULNERABILIDADE AOS PROCESSOS EROSIVOS RELACIONADA COM OS REGIMES SAZONAIS NO MUNICÍPIO DE BARCARENA, PARÁ	20
1 INTRODUÇÃO	21
2 MATERIAIS E MÉTODOS	24
2.1 Área de Estudo	24
2.2 Base Cartográfica	25
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERENCIAS	41
3 MAPEAMENTO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA	42
1 INTRODUÇÃO	43
2 MATERIAIS E MÉTODOS	43
2.1 Área de Estudo	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
4 CAPÍTULO INTEGRADOR- ANÁLISE ENTRE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA	55
1 INTRODUÇÃO	56

2 METODOLOGIA.....	57
2.1 Área de Estudo.....	63
2.2 Vulnerabilidade Social.....	64
2.3 Mapeamento da vulnerabilidade ambiental.....	68
2.4 Vulnerabilidade socioambiental.....	69
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
4 CONCLUSÃO.....	75
5 CONCLUSÃO GERAL.....	78
REFERÊNCIAS.....	80
APÊNDICE A- CONSTRUÇÃO ESTATÍSTICA.....	85

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

A transição da urbanização nos países em desenvolvimento sob a conjuntura global de degradação ambiental associada as mudanças no uso da terra, vêm gerando consequências adversas para indivíduos e ecossistemas envolvidos (IPCC, 2012).

O crescimento econômico tornou-se primazia nas últimas décadas, por isso é complicado encontrar um equilíbrio entre sustentabilidade, economia e crescimento. Neste contexto, emerge uma crise onde a interferência antrópica ameaça o equilíbrio ambiental (LEFF, 2009; 2011, 2015). O desenvolvimento sustentável é um desafio das sociedades contemporâneas pois o crescimento econômico tornou-se prioridade em detrimento do bem-estar socioambiental. (DALY, 2004; FIORINO, 2011; GUPTA; MOLDAN, et al., 2012; VEGELIN, 2016).

O crescimento tornou-se rápido em comparação com a capacidade das instituições de se adaptarem; geralmente zonas costeiras (naturalmente expostas) que são alvo de processos de urbanização, sofrem com a erosão de forma que ocupações que degradam as florestas, modificam o percurso do escoamento superficial e posteriormente gerando a perda de solos. (SRINIVASAN, 2013; UNISDR, 2009).

A erosão é um fenômeno resultante da desagregação, transporte e deposição ou sedimentação das partículas de solos pela ação da chuva ou do vento. Geralmente ocorre na superfície do solo removendo a porção mais fértil, onde há melhores condições físicas, biológicas e químicas ao desenvolvimento radicular das plantas. A erosão ocorre quando o solo permanece desnudo e exposto a ação abrasiva dos ventos e da água. A retirada da mata ciliar, depósitos irregulares de resíduos e alta impermeabilização da bacia urbana aumentam o transporte e sedimentação das partículas de solos afetando a frequência e intensidade das partículas em cursos d'água (BRITO, 2012).

Além da realidade supracitada, a erosão é um fenômeno natural que atua na formação das paisagens, ela possui fatores que a condicionam. O processo de urbanização desenfreado, que dá origem a loteamentos em lugares inadequados pela perspectiva geotécnica, além da precariedade dos sistemas de drenagem de águas pluviais maximiza a degradação, prejudicando em sua maioria a população menos favorecida economicamente (SIWAR et al., 2016).

Neste contexto, existem fatores naturais de grande influência na erosão dos solos, tal como a pluviometria. O volume e a velocidade das chuvas dependem da intensidade, duração e frequência. A distribuição das chuvas, principalmente, e seu volume anual, caracterizam a influência do regime

pluviométrico, que depende da intensidade, frequência, quantidade e duração das chuvas. A cobertura vegetal, que protege o solo da erosão por apresentar proteção direta contra o impacto das gotas de chuva e melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica. A geomorfologia do terreno influencia tanto na velocidade como no volume de água da enxurrada. Quanto maior o declive, maior a velocidade e o volume da enxurrada, provocando maior erosão (EMBRAPA, 1995).

A natureza dos solos envolve as propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, assim como as características químicas e biológicas do solo exercem diferentes influências na erosão. Assim, micro e macronutrientes são perdidos como boro, nitrogênio, magnésio, zinco, ferro e manganês, comprometendo a nutrição do solo. Ou seja, os fatores envolvidos no ritmo acelerado do crescimento de um território abrem caminhos para a coexistência entre vulnerabilidades de cunhos sociais e ambientais (ROSTAM et al., 2010).

De uma forma geral, o conceito de vulnerabilidade, que pode ser definido como o grau em que um sistema experimenta danos devido à exposição, sendo o inverso da resiliência e capacidade de resistência (BIRKMANN, et al.; 2014).

A vulnerabilidade geralmente representa uma propriedade específica à localidade, ou seja, geograficamente localizada, mas com efeitos diferentes de acordo com as características sociodemográficas e econômicas da população e da região e da mesma forma atendendo a sua capacidade de resposta (GONÇALVES, 2018). Ela tem por característica o dinamismo, isto é, ela varia em escalas tempo e espaço de condições sociais, econômicas, ambientais, tecnológicas, institucionais e demográficas. (DAWSON et al., 2011; DÉCAMPS 2010).

Aquino (2017) afirma que a vulnerabilidade ambiental é expressa como o nível de incapacidade que um sistema exposto tem de resistir diante de pressões exteriores. Estas pressões podem advir por condições naturais ou antropogênicas. Para Belato et al. (2018) a vulnerabilidade ambiental é definida pela relação entre as características ecossistêmicas e a influência antropogênica de um determinado recorte espacial.

Já a terminologia vulnerabilidade social tem sido frequentemente empregada com o propósito de ampliar o entendimento das situações sociais tradicionalmente definidas como de pobreza, num esforço de estender a compreensão deste fenômeno para além da dimensão da insuficiência de renda monetária, podendo ser entendida como um fenômeno multifatorial que está diretamente ligada à aspectos demográficos e socioeconômicos; as condições de saúde e a privação e, ou, dificuldade de acesso a direitos sociais básicos (SCOTT et. al, 2013) portanto a vulnerabilidade social abrange grupos com um grau de exposição maior aos riscos. Grupos estes que se enquadram na multidimensionalidade

da pobreza, que abrange o limitado acesso à educação, trabalho, saneamento, questões de gênero (mulheres), raça, entre outros segmentos populacionais (JANCZURA, 2012).

A relevância de realizar estudos de avaliação de vulnerabilidade social com relação à pobreza se dá pelo fato de que frente a situações adversas, o comportamento dos envolvidos perante esses eventos depende de seu grau de vulnerabilidade (JANCZURA, 2012).

Então cabe afirmar, que indivíduos em situação de desvantagem social, em um caso de ocorrência de eventos adversos são por vezes mais suscetíveis ao dano e perda, seja econômica, material ou até da própria vida.

As sociedades podem ser vulneráveis de formas diferentes, por estar em distintos cenários de riqueza ou pobreza, educação, raça, sexo, idade, saneamento e degradação ambiental. Quando um sistema socioambiental está vulnerável, isto se deve a processos de desenvolvimento distorcidos, como má gestão dos recursos naturais, mudanças demográficas, crescimento urbano sem devido planejamento, falha institucional e limitação de ascensão social dos menos favorecidos. (CARDONA et al., 2012).

O que pode ocorrer, é que lugares onde coexistir vulnerabilidade ambiental e social o risco de danos se potencializar. Para Deschamps (2004), a vulnerabilidade socioambiental pode ser definida como uma área onde coexistem riscos ambientais e populações em situação de vulnerabilidade social. Desse modo, pode-se dizer que a maior parte das áreas de alta vulnerabilidade social coexiste com as de maior fragilidade ambiental, estas representadas por áreas sujeitas a inundações, deslizamentos e perda do sistema ecológico local. Geralmente são áreas afetadas pela instalação de distritos industriais.

A expansão urbana no Brasil tem gerado modificações que envolvem adversidades socioeconômicas, culminando em degradação do meio natural, ocasionando então um histórico de vulnerabilidades socioambientais para o meio rural e urbano (CABRAL; CANDIDO, 2019).

Na década de 1980, com o advento da urbanização, muitos municípios da Amazônia brasileira estavam coexistindo em um cenário de fraca governança ambiental e forte apoio político a práticas predatórias; com a instauração dos grandes projetos abriu caminhos para exposição em um processo de urbanização acelerado (CARMO; COSTA, 2016; ROCHEDO et al., 2018).

Vulnerabilidade não é uma faceta nova dentre os inúmeros problemas que Amazônia Brasileira enfrenta. Marchezini et al. (2017) infere que a Segunda Guerra Mundial pressionou a indústria de ferro brasileira a fornecer os EUA e a Grã-Bretanha para construir máquinas de guerra e armamentos. Por haver demanda, Em 1942, o governo criou a empresa de mineração Vale do Rio

Doce e nas décadas seguintes mais distritos industriais foram instalados sem políticas adequadas de planejamento. Este descaso gerou áreas vulneráveis tanto à pobreza como a degradação ambiental no entorno destes distritos.

A política instaurada na Amazônia, com o discurso de desenvolvimento, tendo o Estado como alocador de recursos por incentivos fiscais e creditícios, ocasionou em uma grande modificação econômica. Além dos conflitos sociais, as políticas públicas ineficazes acarretaram impactos socioambientais como desflorestamento e poluição dos rios, desemprego para a população local, ocupação urbana desordenada e ausência de educação de qualidade e saneamento básico na região (HERRERA; MIRANDA NETO; MOREIRA, 2013).

Rasch (2016), afirma que a vulnerabilidade decorrente de níveis mais baixos de status socioeconômico está concentrada na região norte e isto está relacionado à má governança generalizada em toda a região.

1.1 Justificativa e interdisciplinaridade da pesquisa

Barcarena, a partir da década de 1980 foi um dos municípios alvo de um processo de urbanização acelerado recebendo o grande projeto do complexo portuário e industrial, isto transformou o cenário urbano e rural (SILVA; HAZEU, 2019). Atualmente a vulnerabilidade a que o município de Barcarena está submetido, é explícita por meio das pressões antrópicas que afetam diretamente o bem estar humano e o equilíbrio ambiental (NASCIMENTO; HAZEU, 2015).

A dinâmica urbana e rural do município de Barcarena ocorreu de forma bem distinta ao longo dos últimos anos. Essa dinâmica, em sua maior parte influenciada pela industrialização, resultou na reestruturação do espaço, alterando a paisagem urbana e rural, além de modificar as relações socioespaciais do município (CARMO; COSTA, 2016).

Para a instalação das indústrias, foi necessária a remoção de famílias que, predominantemente, eram compostas por pequenos produtores rurais que dependiam dos recursos provenientes da floresta. A população, ali residente, foi considerada pelo Poder Público como invasora, ou seja, as famílias foram removidas de seu espaço que, por direito, já era seu desde o início (SILVA; HAZEU, 2019).

Para Carmo e Costa (2016), é possível observar que esse processo de reestruturação do espaço criou uma fragmentação espacial entre as comunidades do município. A Barcarena-sede, que antes era considerada a área mais importante do município, foi excluída dessa “modernização” espacial criada pelo complexo industrial localizado na zona rural. É possível identificar que há no

local duas realidades muito distintas, comparando-se a Vila dos Cabanos e a Barcarena-sede, assim como no restante do município.

Quanto à degradação ambiental, um estudo realizado pelo Instituto Evandro Chagas em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz, revelou que a qualidade da água no rio Murucupi foi ruim para boa. Isto significa que a influência antropogênica vem sendo significativa, principalmente pelo descarte de efluentes domésticos do aglomerado urbano e das bacias de rejeitos de resíduos industriais a montante deste rio. A poluição das águas em torno dessas áreas é cada vez mais intensa e restringe seu uso para diversos fins (MEDEIROS et. al, 2016).

No que tange à eventos adversos, a sociedade e a natureza foram penalizadas, quando com naufrágio do navio Haidar de bandeira libanesa, no complexo Portuário Industrial no dia seis de outubro de dois mil e quinze, com cinco mil bois vivos e setecentas toneladas de óleo combustível abordo que deixou os recursos hídricos, os ecossistemas sensíveis da zona costeira e população local em um preocupante estágio de exposição (IEB, 2019).

No mesmo ano, a Defesa Civil do Estado chegou a Barcarena e isolou a extensa área de erosão que atingiu oitenta por cento da Praia do Caripi. A situação foi resultado da ação prolongada da erosão fluvial que já ocorria nos últimos dois anos. A cheia dos rios e o movimento das marés atinge a camada do solo abaixo da rua, comprometendo todas as estruturas próximas da praia (AGÊNCIA PARÁ, 2015).

A erosão é uma problemática recorrente no município, em fevereiro do ano de 2020 a prefeitura municipal iniciou os trabalhos para recuperar parte da orla da praia da Fazendinha, localizada na Vila dos Cabanos que desmoronou, devido a força da maré alta. De acordo com a Defesa Civil, cerca de trezentos e cinquenta metros de asfalto foram deteriorados (PREFEITURA MUNICIPAL DE BARCARENA, 2020).

Barcarena, ao mesmo tempo que representa um celeiro de crescimento industrial, torna-se vulnerável por todo este histórico controverso, onde a relação homem e natureza não está sendo tão bem sucedida. Dessa forma, o desafio está em entender como os fatores ambientais e socioeconômicos interferem sobre a vulnerabilidade socioambiental do município.

Sabendo que o município é um lócus de pesquisas na área das Ciências Ambientais, esta pesquisa visa obter dados valiosos sobre as desigualdades sociais e ambientais coexistentes, para assim propor ferramentas de gestão assertivas, controlando e minimizando as problemáticas que incidem sobre o território e maximizando as potencialidades de desenvolvimento.

Tendo conhecimento de que variáveis ambientais e socioeconômicas interferem diretamente no estado de vulnerabilidade do município, através da interação de dados desta pesquisa, pretende-se compreender a multidimensionalidade da pobreza aliada à suscetibilidade ambiental a perda de

solos. A hipótese deste estudo pressupõe que através da análise de dados de vulnerabilidade ambiental e social, os núcleos mais vulneráveis são a zona rural juntamente com a região costeira e ilhas. A carências por assistencialismo social e a suscetibilidade aos processos erosivos podem estar contribuindo para o contínuo agravamento das condições ambientais e sociais, uma vez que a vulnerabilidade decorrente deste efeito pode tornar esta localidade mais suscetível a eventos adversos no principal núcleo econômico do município de Barcarena.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa consiste em realizar uma análise de vulnerabilidade socioambiental em Barcarena, Pa.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do estudo são:

- a) Identificar as áreas de erosão do solo aplicando o índice de vulnerabilidade ambiental à perda de solo;
- b) Conhecer os níveis de vulnerabilidade social aplicando o indicador de Vulnerabilidade Social (IVS);
- c) Correlacionar os indicadores de vulnerabilidade ambiental e social.

1.3 Estrutura da dissertação

Esta pesquisa está estruturada de seguinte forma:

São quatro capítulos, onde, no primeiro capítulo (1) foi abordada a visão geral sobre a vulnerabilidade socioambiental e os fatores que a interferem, incluindo a expansão da urbanização, crescimento econômico além de fatores ambientais e antrópicos. Abordou-se a problemática da pesquisa, justificativa, hipótese e por fim, elencou-se os objetivos geral e específicos. No segundo capítulo (2), foi realizado o estudo de vulnerabilidade ambiental com relação aos processos erosivos no município de Barcarena-Pa. No terceiro capítulo (3), foi realizado o estudo estatístico de vulnerabilidade social com relação à pobreza, de acordo com a divisão censitária do IBGE no ano de 2010. No quarto capítulo (4), fez -se uma análise integradora a respeito das vulnerabilidades sociais e ambientais que coexistem em Barcarena.

CAPÍTULO 2 VULNERABILIDADE AOS PROCESSOS EROSIVOS RELACIONADA COM OS REGIMES SAZONAIS NO MUNICÍPIO DE BARCARENA, PARÁ

RESUMO

No cenário das sociedades em desenvolvimento os padrões de crescimento econômico influenciam diretamente na degradação dos recursos naturais. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar a vulnerabilidade ambiental à erosão de Barcarena (PA), considerando os meses das diferentes estações meteorológicas. Dessa forma, aplicou-se a metodologia de Vulnerabilidade Ambiental de Crepani et al. (2001), realizando junção das variáveis: geologia, geomorfologia, solos, uso e ocupação da terra e clima. O cruzamento de dados foi realizado no ambiente do software Arcgis, versão 10.5. foi realizando o mapeamento dos fatores geológico, geomorfológico, pedológico, climatológico e de uso e ocupação da terra. Pode-se observar a interferência sazonal presente em Barcarena, visto que 18.7% do município é moderadamente vulnerável no verão e inverno, comprovando que o clima é um dos principais fatores de acentuação da erosão. De forma geral nas quatro estações meteorológicas no município mais de 70% da unidade mapeada é medianamente estável/vulnerável, prevalecendo o equilíbrio entre morfogênese e pedogênese. Contudo, em todas as estações a zona portuária-industrial e urbana apresentam maior exposição com relação as demais áreas; desta forma recomenda-se uma atenção redobrada de todas as esferas de governo, iniciativa privada e sociedade civil no controle e monitoramento destas unidades de paisagem.

Palavras-chave: Erosão; Urbanização; Sazonalidade.

ABSTRACT

In the scenario of developing societies, economic growth patterns directly influence the degradation of natural resources. In this context, the objective of this study was to analyze the environmental vulnerability to erosion in Barcarena (PA), considering the months of the different weather stations. Thus, the Environmental Vulnerability methodology by Crepani et al. (2001), bringing together the variables: geology, geomorphology, soils, land use and occupation and climate. Data crossing was performed using the Arcgis software, version 10.5. the mapping of the geological, geomorphological, pedological, climatological and land use and occupation factors was mapped. It can be observed the seasonal interference present in Barcarena, since 18.7% of the municipality is moderately vulnerable in summer and winter, proving that the climate is one of the main factors of accentuated erosion. In general, in the four meteorological stations in the municipality, more than 70% of the mapped unit is moderately stable / vulnerable, with a balance prevailing between morphogenesis and pedogenesis. However, in all seasons, the port-industrial and urban areas have

greater exposure compared to other areas; therefore, it is recommended that extra attention be given to all spheres of government, private initiative and civil society in the control and monitoring of these landscape units.

Keywords: Erosion; Urbanization; Seasonality.

Artigo publicado em 20/12/2020 na Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais v. 11 n. 7, 2020 Qualis Capes B1 para Ciências Ambientais.

1. INTRODUÇÃO

No contexto de países em desenvolvimento como o Brasil, os padrões de crescimento econômico influenciam diretamente na degradação dos recursos naturais (CAPPS et al., 2016).

Na Amazônia Brasileira em meados da década de 1960, a inserção de políticas de desenvolvimento introduziu grandes transformação nas unidades de paisagem com a intenção de atender as necessidades do capital externo com a demarcação de propriedades privadas, para dar início aos processos de produção (BROWN et al., 2016).

Neste contexto, no território de Barcarena (PA), foram introduzidos empreendimentos de beneficiamento mineral que concebeu o polo industrial. Para Kerguillec et al. (2019), zonas costeiras como Barcarena são naturalmente vulneráveis e a carência por um planejamento territorial somada as pressões exercidas neste espaço, desencadeou diferentes formas de uso e ocupação da terra e conseqüentemente um desequilíbrio ambiental de degradação da rica biodiversidade local (LEMOS et al., 2017).

Tendo consciência de que o solo é um recurso que pode ser degradado e que essa possibilidade está relacionada a ação antrópica no uso e ocupação. Dessa forma, pesquisas científicas a respeito do solo, passaram a ser o cerne de estudos que envolvem o planejamento territorial. (ROVANI; VIEIRA, 2016; ROVANI et al., 2015).

A influência sazonal pode ser um fator determinante na perda de solos e é a variável climatológica mais estudada na região amazônica, (TRAVASSOS et al., 2019). De acordo com o estudo de Panagos et al. (2017) a zona climática tropical apresenta significativa erosividade média de chuvas. Para Santos et al. (2017) a cidade de Barcarena possui vulnerabilidade climática, por haver ocorrência de eventos extremos como o fenômeno La Niña correlacionado positivamente com a precipitação.

Dessa forma, mecanismos de planejamento ambiental e utilização de ferramentas integradas são eficazes para obtenção de informações valiosas a respeito de fatores que interferem sobre a vulnerabilidade do território, para assim haver políticas de gestão assertivas (GARCIA-AVLLON; MIRALLES, 2015).

Segundo Jordão e Moretto (2015), a vulnerabilidade ambiental é entendida como a capacidade que o sistema tem para reagir diante de interações em escalas espaço-temporais, a partir dos atributos ecossistêmicos.

Modelos ambientais integrados são frequentemente construídos para ajudar decisões institucionais. O engajamento dos componentes geoambientais é um passo importante na modelagem integrada, pois através do sensoriamento remoto possibilita identificar áreas com probabilidade relativa de ser afetada devido a um conjunto de fatores identificados (SAHOO et al., 2016; TAKUYA et al., 2020).

Dessa forma, a realização de estudos de vulnerabilidade ambiental com abordagem sistêmica observando a sazonalidade, gera informações valiosas sobre os níveis de exposição das unidades de paisagens aos processos erosivos ao longo do ano (LEAL et al., 2019).

Santos et al. (2016) em seu estudo sobre a precipitação na Amazônia brasileira, considerou dividir os campos sazonais em dezembro, janeiro e fevereiro (DJF); março, abril e maio (MAM); junho, julho e agosto (JJA); setembro, outubro e novembro (SON), representando as quatro estações do ano, verão, outono, inverno e primavera, respectivamente

Aquino (2017), afirma que a vulnerabilidade ambiental é expressa como o nível de incapacidade que um sistema exposto tem de resistir diante de pressões exteriores. Estas pressões podem advir por condições naturais ou antropogênicas.

Para Belato et al. (2018) a vulnerabilidade ambiental é definida pela relação entre as características ecossistêmicas e a influência antropogênica de um determinado recorte espacial. Tendo em vista que a análise de vulnerabilidade abrange uma esfera de fatores físicos e antrópicos sobre o local em estudo.

É possível observar casos de vulnerabilidade ambiental em municípios que assim como Barcarena, sofrem um processo voraz de urbanização. Hasan et al. (2019) identificou aquíferos vulneráveis de Savar upazila, uma zona altamente industrializada do distrito de Dhaka, Bangladesh. O mapa de vulnerabilidade resultante revelou que cerca de 45% da área é moderadamente vulnerável e 21% altamente vulneráveis à contaminação da água subterrânea.

Nos anos 80, Bahía Blanca tornou-se um centro agroindustrial e de empresas petroquímicas, Gentili et al. (2018) estudou a vulnerabilidade dessa área em torno de atividades industriais foram identificadas, principalmente no sudoeste da cidade, zonas registraram altos índices de vulnerabilidade ambiental, principalmente na área fronteira atividades industriais e portuárias.

Estudar os componentes naturais e antrópicos que levam à perda de solo no sistema ambiental tem sido recorrente no Brasil como as pesquisas de Crepani et al. (2001), Ribeiro (2016), Santos e Martins, (2018); Leal et al. (2019); também na Amazônia, a exemplo de Igawa e Maciel (2018), Oliveira e Borges (2018) que integraram informações, gerando resultados assertivos.

Dessa forma, indicadores podem retratar de modo eficaz atributos de uma unidade territorial. Ponderar e associar parâmetros a índices geram uma significância na categorização final. Lançar mão de indicadores é uma escolha assertiva e vantajosa, pois problemas de alta complexidade são simplificados para auxiliar tanto o poder público como a iniciativa privada na tomada de decisão. (PAPATHOMA KOHLE et al., 2019).

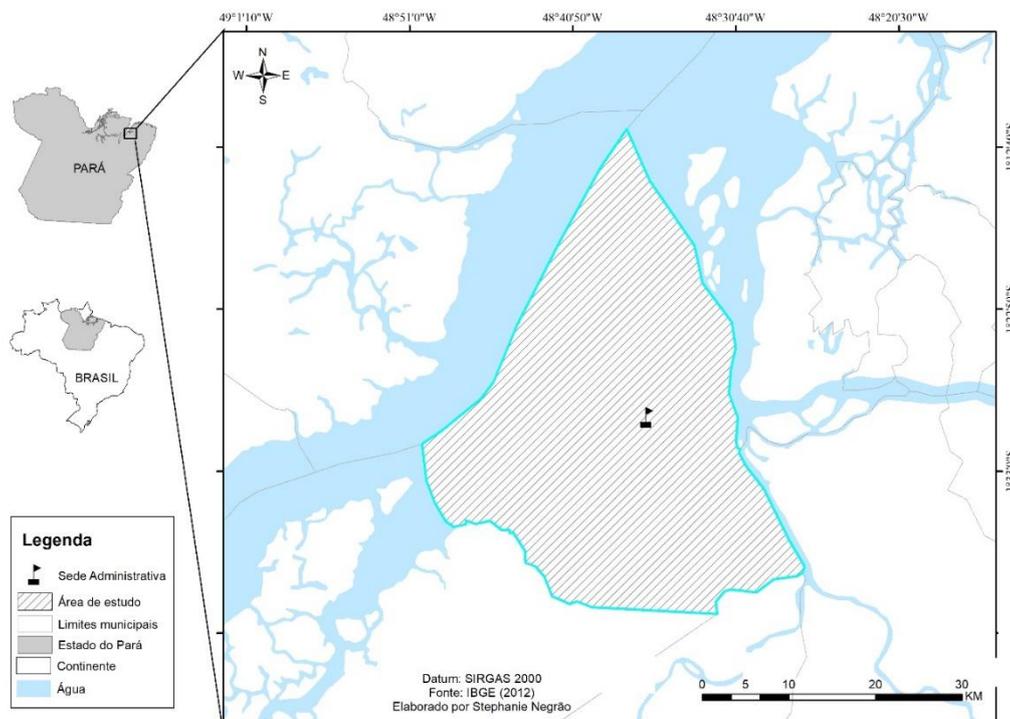
A partir do questionamento sobre a influência sazonal na perda de solos definiu-se como objetivo principal deste estudo analisar a vulnerabilidade ambiental de Barcarena (PA), considerando os quatro trimestres que retratam a sazonalidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização de Barcarena

Barcarena está estabelecida na Mesorregião Metropolitana de Belém, no leste do Pará, na convergência dos rios Tocantins e Guamá sob as coordenadas geográficas: $01^{\circ} 30'24''S$ e $48^{\circ} 37'12''O$ (figura 1). Localizada na bacia hidrográfica do rio Murucupí insere-se na sub-região Guamá-Mojú, que incorpora a região hidrográfica Costa Atlântica-Norte. O clima predominante é tropical, quente e úmido; típico nas cidades Amazônicas, com temperatura média de $31,5^{\circ}C$, precipitação total anual de 2.532 mm/ano (LEMONS et al., 2018). O município possui 1.310,340 km² de unidade territorial e população estimada em 124.680 habitantes (IBGE, 2019).

Figura 1- Localização geográfica do município de Barcarena, Pa.



Fonte: Autor.

A dinâmica urbana e rural do município de Barcarena ocorreu de forma bem distinta ao longo dos últimos anos. Essa dinâmica, em sua maior parte influenciada pela industrialização, resultou na reestruturação do espaço, alterando a paisagem urbana e rural, além de modificar as relações socioespaciais do município. Antes da inserção de um novo momento industrial no município de Barcarena, as populações tradicionais utilizavam os recursos naturais para subsistência, através do saber local e o conhecimento ecológico pescando, caçando na prática do extrativismo (CARMO; COSTA, 2016).

Sobre os processos erosivos, no ano de dois mil e quinze a Prefeitura municipal de Barcarena isolou a extensa área de erosão que atingiu oitenta por cento da Praia do Caripi. A situação foi resultado da ação prolongada da erosão fluvial que já ocorria nos últimos dois anos. A cheia dos rios e o movimento das marés atinge a camada do solo abaixo da rua, comprometendo todas as estruturas próximas da praia (AGÊNCIA PARÁ, 2015).

A erosão é uma problemática recorrente no município, em fevereiro do ano de dois mil e vinte a prefeitura municipal iniciou os trabalhos para recuperar parte da orla da praia da Fazendinha, localizada na Vila dos Cabanos que desmoronou, devido a força da maré alta. De acordo com a Prefeitura Municipal de Barcarena (2020), cerca de trezentos e cinquenta metros de asfalto foram deteriorados.

2.2 Base Cartográfica

A metodologia para a análise de vulnerabilidade ambiental à perda de solo está embasada no método proposto por Crepani et al. (2001) para elaborar mapas de vulnerabilidade a partir do conceito da Ecodinâmica (TRICART, 1977); em que a vulnerabilidade das unidades de paisagem é determinada através de uma escala dos valores de 1 a 3 estabelecidos previamente de acordo com os processos de morfogênese e pedogênese (tabela 1) de cada critério, ou seja, o grau de fragilidade apresentado, analisando individualmente os temas imprescindíveis Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso e Cobertura da Terra e Clima e posteriormente cruzando os dados através da técnica de álgebra de mapas no ambiente do *software* ArcGis 10.5.

Para este estudo, as coletas de dados se deu por meio da base cartográfica disponível no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) na escala de mapeamento de 1:250.000, que disponibiliza arquivos no formato shapefile com dados no que concerne as feições geológicas, geomorfológicas e pedológicas do território através do site <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas>.

As informações sobre o uso e ocupação da terra foram as imagens Landsat-8 referente às órbitas/ponto 224/1 e 223/61; extraídas do projeto Terra Class “Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira com alta resolução espacial utilizando dados Landsat-8 /TM e MODIS, ano de 2014” elaborado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esta categoria reflete a densidade de cobertura vegetal e a veemência de culturas antrópicas no território Crepani et al. (2001). Os valores de vulnerabilidade foram determinados conforme o grau de antropização de cada classe.

A espacialização do clima no município foi gerada a partir da base de dados globais CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station*) com série temporal anual da precipitação 1989/2019 incorporando imagens de satélite de resolução de 0,05° com dados de estação pluviométricas para criar séries temporais de pluviometria em grade, disponível em <ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0/>. Os dados para o município de Barcarena foram processados no *software* QGIS 3.10.

Após realizar a quantificação da intensidade pluviométrica a partir da divisão da precipitação anual pelo número de meses do outono, inverno, primavera e verão foi possível quantificar a média climatológica de cada trimestre, sendo o verão (dezembro, janeiro e fevereiro), outono (março, abril e maio), inverno (junho, julho e agosto), e primavera (setembro, outubro e novembro).

2.3 Processamento de dados

A partir da compilação das variáveis, a confecção dos mapas temáticos foi realizada através do *software* Arc Gis 10.5 por meio da técnica de álgebra de mapas, com a aplicação da equação 1 foi possível gerar diferentes cenários e analisar as respostas das variáveis nas quatro estações meteorológicas. A tabela 1 apresenta a definição de classes de Vulnerabilidade de acordo com a relação morfogênese/pedogênese.

$$V = \frac{G+R+P+Uc+C}{5} \quad (\text{Equação 1})$$

onde:

V= Vulnerabilidade à Perda de Solo

G= Critério Geologia

R= Critério Geomorfologia

P= Critério Pedologia

Uc= Critério Uso e Cobertura da Terra

C= Critério Clima

Tabela 1- Determinação de estabilidade de acordo conforme às condições de vulnerabilidade ambiental.

Grau de Vulnerabilidade	Valor	Relação entre Morfogênese e Pedogênese
Estável	1,0 - 1,3	Prevalece a Pedogênese
Moderadamente estável	1,4 - 1,7	
Medianamente estável /vulnerável	1,8 - 2,2	Equilíbrio
Moderadamente vulnerável	2,3 - 2,6	Pedogênese/Morfogênese
Vulnerável	2,7 - 3,0	Prevalece a Morfogênese

Fonte: Crepani et al.(2001)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise das variáveis

3.1.1 Geologia

Este critério refere-se à evolução geológica e grau de coesão das rochas que compõe o município de Barcarena (LOPES; SALDANHA, 2016). Foram mapeadas quatro unidades geológicas no território (tabela 2) utilizando a base cartográfica preexistente disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), com suas respectivas particularidades, em conformidade com os critérios estipulados por Crepani et al. (2001), em que é levado em consideração os tipos de rochas que formam as unidades geológicas.

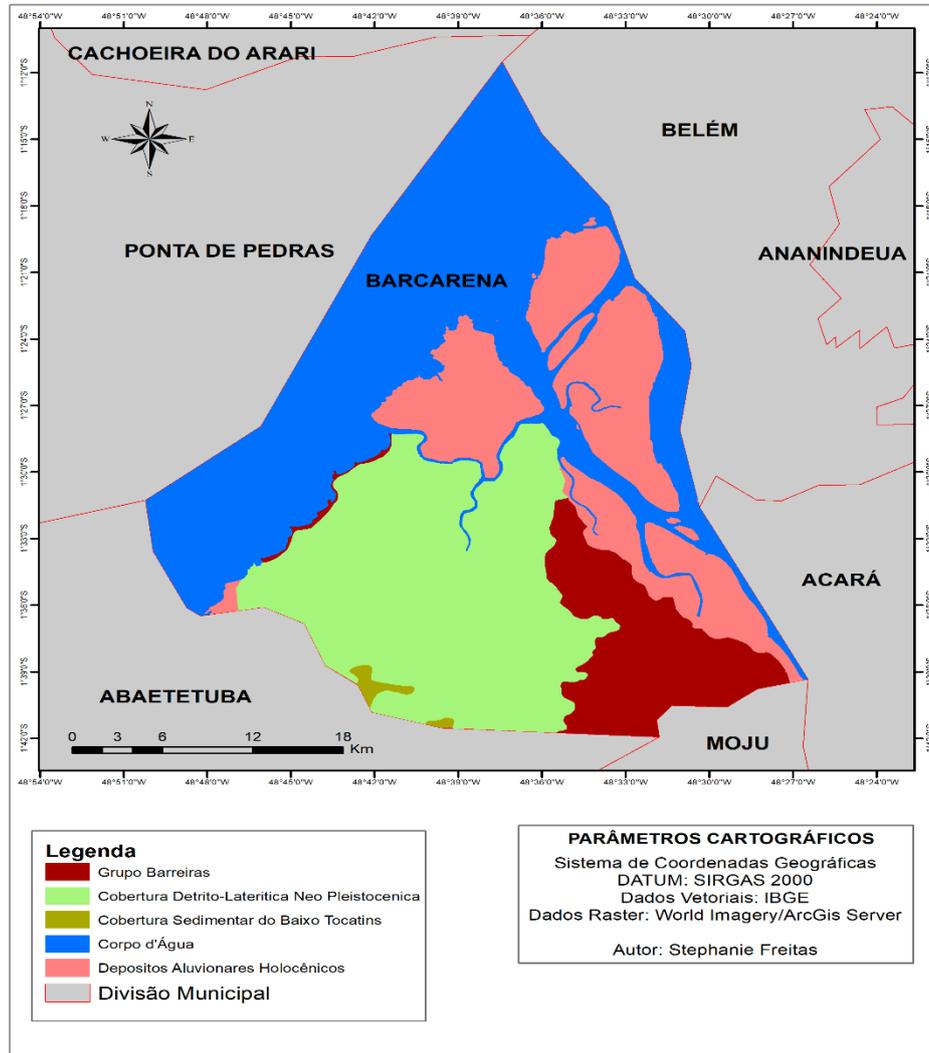
O território possui quatro unidades geológicas (figura 2). O período Quaternário é representado por depósitos aluvionares que se estendem pelas ilhas e formam uma planície de acumulação constituída por cascalhos, areias, siltes e argilas (IBGE, 2010). Esta litologia está sujeita a inundações sazonais, portanto recebe a maior atribuição de vulnerabilidade com peso 3. O período Terciário representa à área de terra firme, formado pela litologia sedimentar do baixo Tocantins e a formação barreiras, constituída por arenitos finos, siltitos e argilitos caulíníticos, com lentes de conglomerados e arenitos grosseiros, pouco consolidado, sendo atribuído o peso 2.5 para ambos. A formação detrito-laterítica neopleistocênica constitui a maior feição geológica do município, formada por sedimentos argilo-arenosos, parcial a totalmente pedogeneizados, portanto atribuiu-se vulnerabilidade de 2,5. (IBGE, 2010).

Tabela 2- Caracterização Geológica do município de Barcarena, Pa.

Feições geológicas	Classe de vulnerabilidade	Área (km)²	%
Cobertura sedimentar do baixo Tocantins	2.5	13.75	1,7
Depósitos Aluvionares Holocenicicos	3	289.15	35,85
Grupo Barreiras	2.5	102.83	12,75
Cobertura Detrito-Laterítica Neo Pleistocenica	2.5	400.64	49,68
Total	-	806,37	100

Fonte: IBGE (2010). Organização Autor.

Figura 2- Unidades Geológicas do município de Barcarena, Pa.



Fonte: IBGE (2010) Elaboração: Autor.

3.1.2 Geomorfologia

As características geomorfológicas caracterizam as formas de relevo e suas especificidades influem diretamente com a geologia, solos e hidrografia local (LOPES; SALDANHA 2016). A partir da elaboração do estudo, foram mapeadas três feições geomorfológicas (tabela 3), definidas de acordo com as características de cada unidade geomorfológica as respectivas pontuações de vulnerabilidade, tendo como base a relação entre a morfogênese e a pedogênese de acordo com a escala de Crepani et al. (2001).

As três feições geomorfológicas são apresentadas na figura 3. O Litoral de mangues e rias faz parte da Planície Amazônica formada por um relevo plano com pequena ondulação iniciando a margem do corpo hídrico situado na região das Ilhas, Murucupí e parte da Vila do Conde (IBGE,

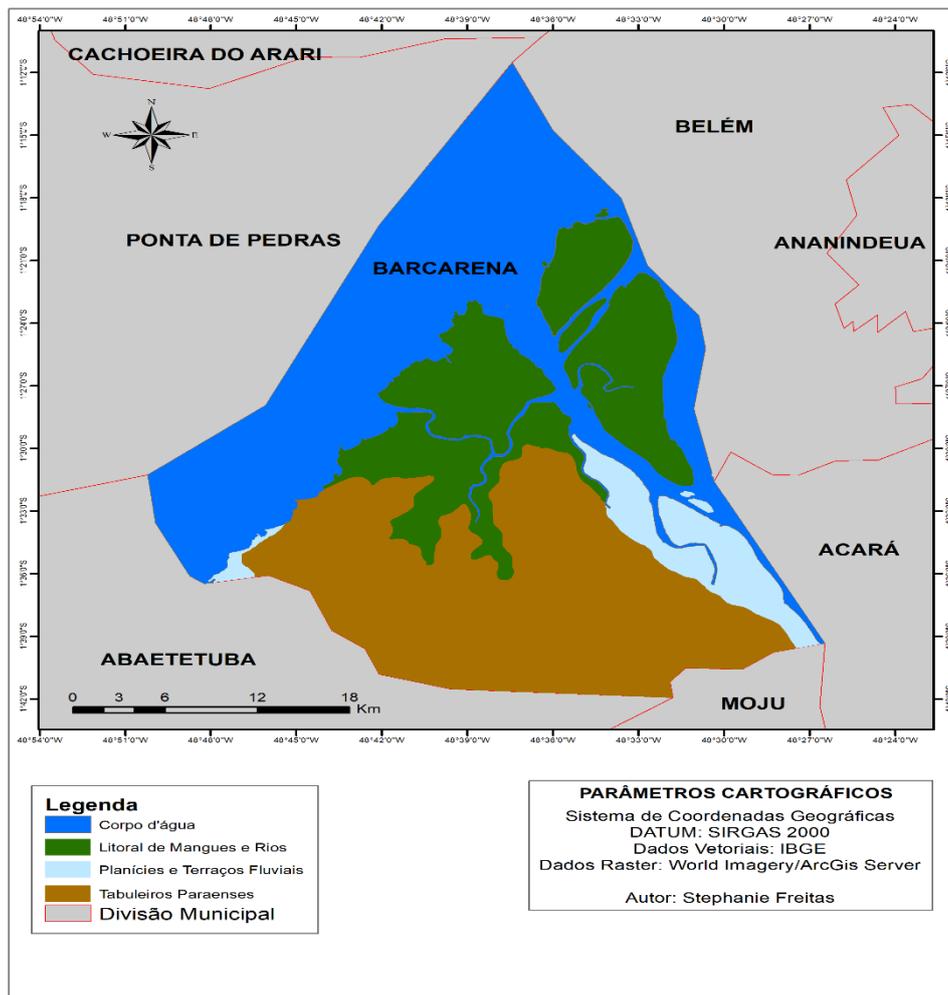
2010). Parte da região das Ilhas que são zonas de influência estuarina possuem feição de planície fluvial, relativas à planície flúvio-marinha ou planície costeira, ambas feições recebem atribuição de 2 para vulnerabilidade. Na sede do município predomina o relevo de tabuleiros paraenses de terra firme, que corresponde a vales rasos, apresentando vertentes de baixa a média declividade recebendo peso 1.5 (IBGE, 2010).

Tabela 3- Caracterização Geomorfológica do município de Barcarena, Pa

Feições Geomófológicas	Classe de Vulnerabilidade	Área (km)²	%
Litoral de mangues e rias	3	382.72	42,38
Planícies e Terraços Fluviais	2.0	100.86	11,16
Tabuleiros Paraenses	1.5	419,92	46,50
Total	-	903.05	100

Fonte: IBGE (2010). Organização Autor.

Figura 3- Unidades Geomorfológicas do município de Barcarena, Pa.



Fonte: IBGE (2010) Elaboração: Autor.

3.1.3 Pedologia

As mudanças climáticas repetidas nos últimos 2 milhões de anos tornaram as regiões tropicais alternadamente mais úmidas e mais secas e isto é refletido através do solo, visto que o intemperismo abre portas para erosão Crepani et al. (2001). Através do processamento de dados, foram mapeados três tipos de solos em Barcarena (figura 4). A definição das pontuações de vulnerabilidade, se deu por meio da análise do nível de maturidade de cada classe pedológica (tabela 4).

Dessa forma, os Gleissolos Háplicos, que abrangem a macrozona rural das Ilhas, são solos que em sua composição argilosa, são regularmente ou constantemente saturados com água, sendo hidromórficos desenvolvendo problemas quando drenados, dificultando o crescimento de raízes e os Espodossolos Ferrihumilúvicos, muito arenosos portanto suscetíveis à erosão receberam o peso de vulnerabilidade 3. No território predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos, que são solos

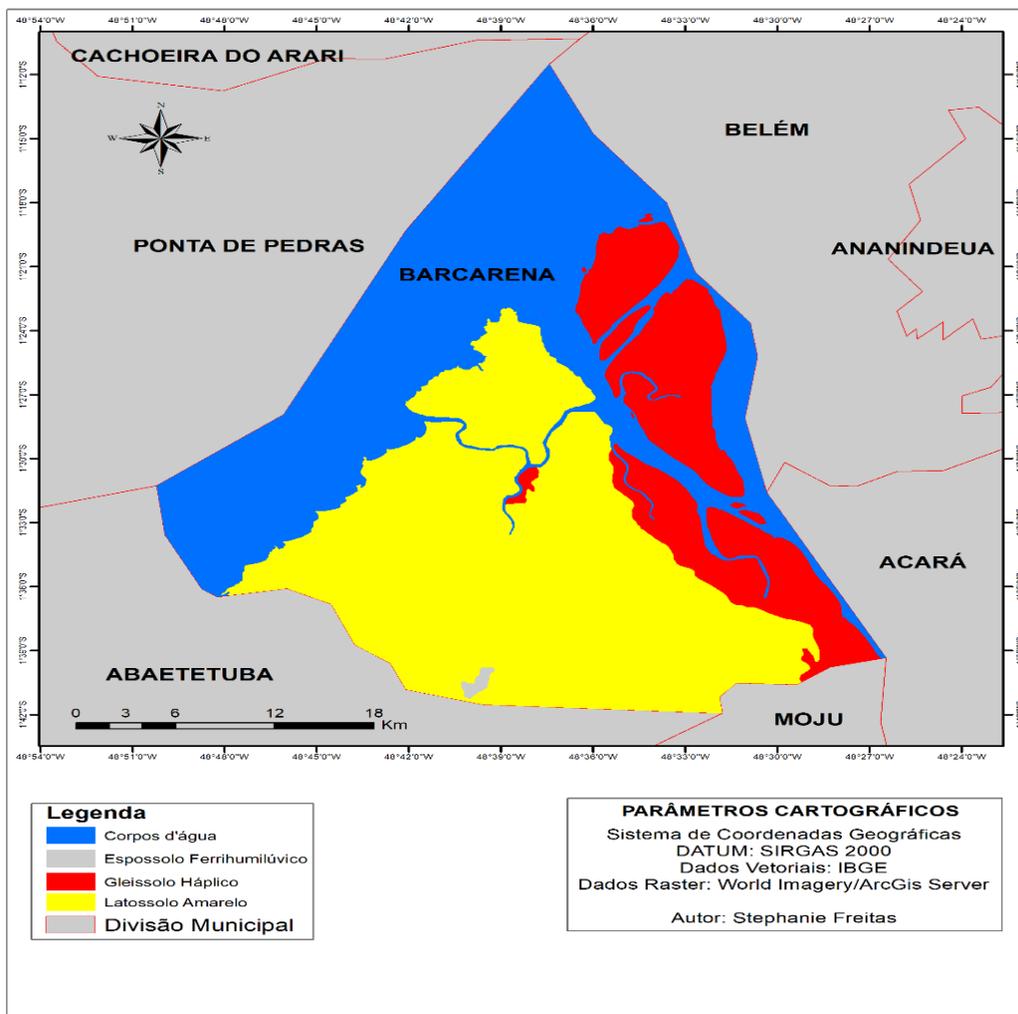
minerais, com valor de vulnerabilidade 1 pelo fato de serem profundos dessaturados, geralmente bem drenados e típicos de relevo plano (EMBRAPA, 2017).

Tabela 4- Caracterização Pedológica no município de Barcarena, Pa.

Classes Pedológicas	Classe de Vulnerabilidade	Área (km) ²	%
Espososolo ferrihumilúvico	3	10,71	1,35
Gleissolo háplico	3	217,90	27,57
Latossolo vermelho amarelo	1	561,68	71,07
Total	-	790,29	100

Fonte: EMBRAPA, 2017. Organização: Autor.

Figura 4- Unidades Pedológicas do município de Barcarena, Pa.



Fonte: EMBRAPA (2017) Elaboração: Autor.

3.1.4 Uso e Cobertura da Terra

No contexto de uso e ocupação da terra, dentre as doze tipologias mapeadas (figura 5) as maiores atribuições de vulnerabilidade foram para focos de desflorestamento, área de mineração e área urbana, ambos com peso 3, (tabela 5) que se caracterizam pela ocupação de atividades industriais, portuárias, comerciais e ocupações urbanas. Parte da área urbana mapeada insere-se no contexto de uma zona especial de interesse portuário, que segundo o Plano diretor do município feito em 2016, esta área tem por objetivo conservar a floresta e desenvolver atividades de baixo impacto. Entretanto, o que gera preocupação é o fato de haver barragens, aterros de resíduos industriais e a atividade graneleira que ameaçam o corpo hídrico e a biodiversidade, fazendo desses recortes espaciais áreas suscetíveis.

Os focos de desflorestamento também estão na área especial de interesse portuário, que abriga grande extensão de floresta. Barcarena tem uma densa área de floresta tropical com espécies arbóreas que ultrapassam 50 metros, sendo possível visualizar em alguns recortes fragmentos de pastagem, vegetação secundária e vegetação em regeneração. Também há presença de formações pioneiras na zona costeira, que são mantidas pelas cheias periódicas e controladas pelas altas marés (PORFÍRIO et al., 2018).

Tabela 5- Caracterização do uso e ocupação da terra no município de Barcarena, Pa.

(continua)

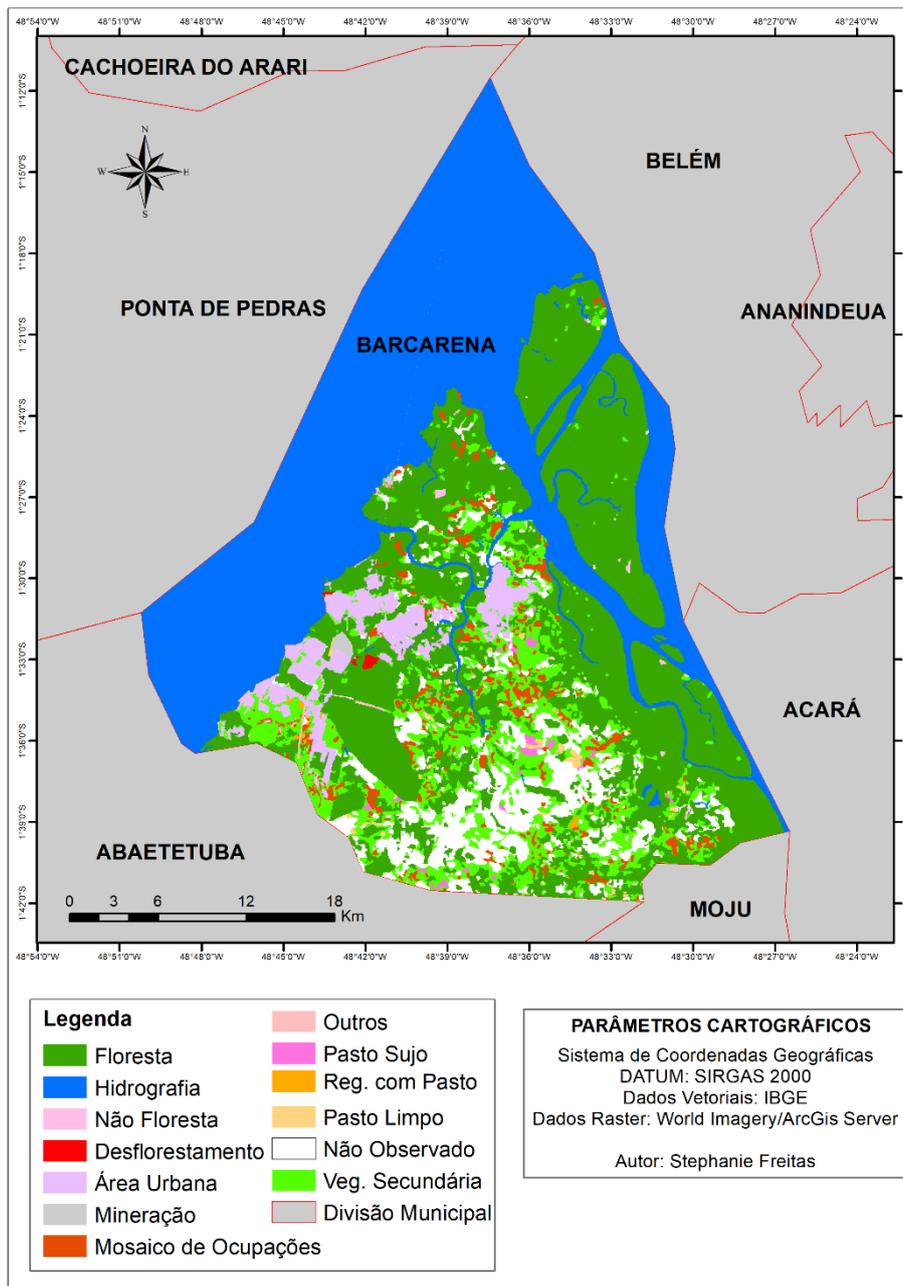
Vegetação e uso da terra	Classe de Vulnerabilidade	Área (km)²	%
Hidrografia	2	507.85	42.89
Floresta	1	180.75	15.26
Desflorestamento	3	7.23	0.61
Não Floresta	1	3.95	0.33
Regeneração com Pasto	1.5	2.52	0.21
Veg Secundaria	1.2	228.76	19.31
Área Urbana	3	220.84	18.65
Mineração	3	2.53	0.21
Área não observada	1	4.29	0.36
Mosaico de Ocupações	2.6	14.34	1.21

(conclusão)

Vegetação e uso da terra	Classe de Vulnerabilidade	Área (km) ²	%
Outros	1	5.26	0.44
Pasto Limpo	2.9	2.78	0.23
Pasto Sujo	2.5	2.94	0.24
Total	-	1.183,92	100

Fonte: Projeto TERRA CLASS (2014). Organização Autor.

Figura 5- Uso e ocupação da terra no município de Barcarena, Pa.



Fonte: Projeto TERRA CLASS (2014) Elaboração: Autor.

3.1.5 Clima

O clima influencia diretamente no intemperismo, por meio da precipitação pluviométrica e da temperatura de uma região. A principal causa da perda de solos é a ação pluviométrica agindo sobre o solo removendo-o pela erosão hídrica, além de promover o arraste de contaminantes (CREPANI et al., 2001).

A tabela 6 apresenta a intensidade pluviométrica nas quatro estações meteorológicas reflete a sazonalidade pronunciada da precipitação durante o verão (DJF) com vulnerabilidade de 2 a 2.3 e o outono austral (MAM) com peso 2.3 por apresentar média maior. A estação seca ou menos chuvosa no inverno (JJA) peso 1.5 e primavera austral (SON) valores de 1.1 a 1.3 revelaram maior estabilidade.

Portanto, a maior intensidade pluviométrica no verão e outono pode ser explicada através da adjacência da Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT), como também o sistema de circulação de brisa, que compõem as conjunturas dinâmicas de grande e meso escalas que possibilitam o desenvolvimento de Linhas de Instabilidade por toda extensão longitudinal da região norte e nordeste da Amazônia (CAVALCANTE et al., 2020; SANTOS et al., 2019).

Tabela 6- Caracterização climática no município de Barcarena, Pa.

Intensidade pluviométrica (mm)/ mês	Vulnerabilidade	Classificação	Estação
361-370	2.3	Moderadamente	Outono
370 - 400	2.4	Vulnerável	
152-169	1.5	Moderadamente	Inverno
		Estável	
56-75	1.1	Estável	Primavera
75-100	1.2		
100-120	1.3		
250-275	1.9	Medianamente	Verão
275-300	2		
300 - 325	2.1		
325 - 350	2.2		

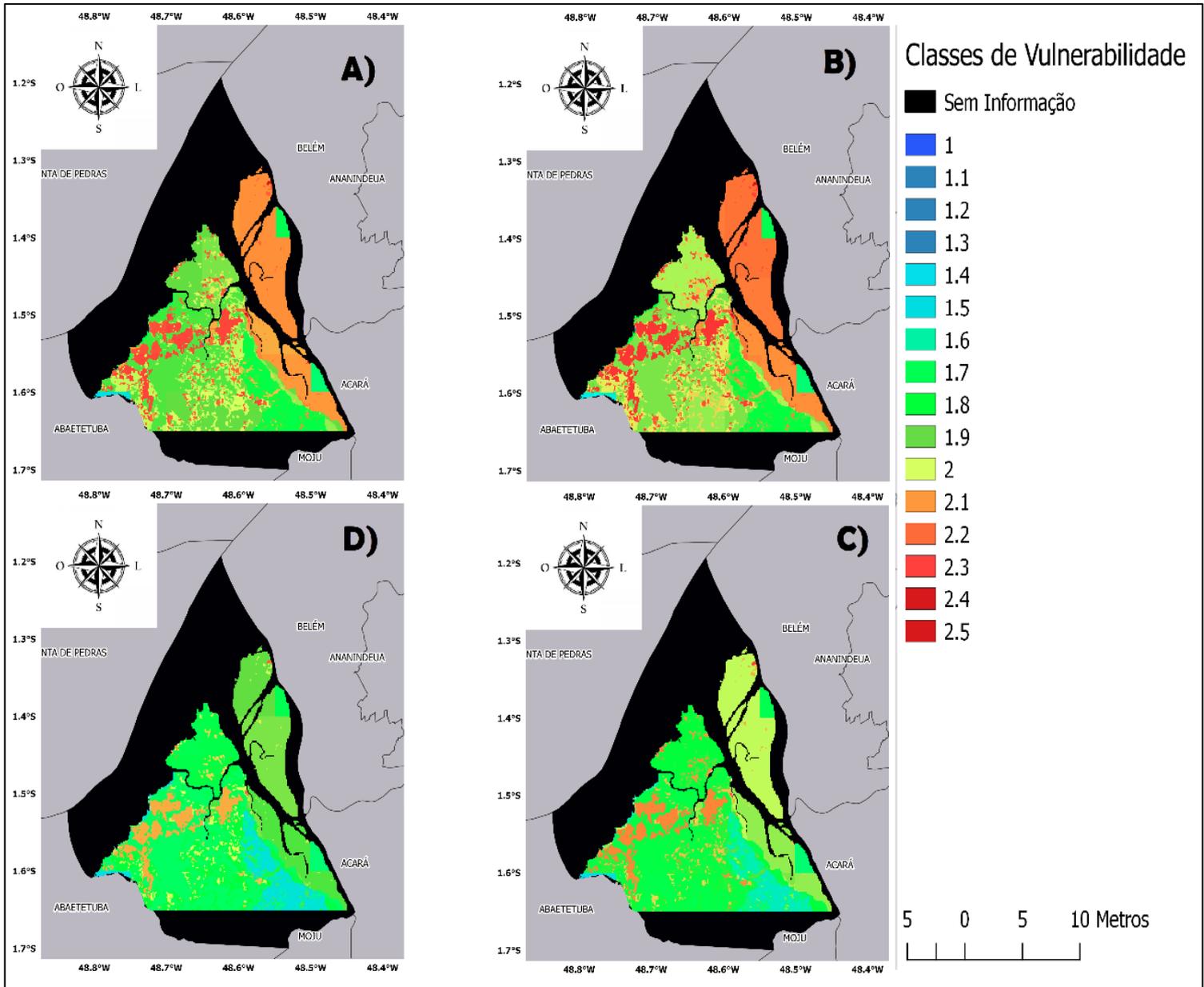
Fonte: (CHIRPS, 2019). Organização Autor.

3.1.6 Vulnerabilidade Ambiental

Com a aplicação da técnica álgebra de mapas e alicerçados no método proposto por Crepani et al. (2001), analisando os critérios de geologia, geomorfologia, solos, uso e ocupação da terra e clima considerando os regimes sazonais, pôde-se gerar resultados que apresentam diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental à perda de solos.

A correlação de análises dos indicadores ambientais interfere na estabilidade física e espacial, somada a interferência antropogênica. Dessa forma, os mapas integram nos intervalos que quantificam a vulnerabilidade, dados valiosos das particularidades dos indicadores, não se tratando de um mero cruzamento de informações. Os diferentes cenários de vulnerabilidade ambiental podem ser observados na figura 6.

Figura 6- Variação sazonal da vulnerabilidade a erosão no município de Barcarena: A) Verão; B) Outono; C) Inverno; D) Primavera



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nas estações de primavera, inverno, verão e outono os índices de vulnerabilidade corresponderam 2.2, 2.3, 2.5 e 2.5 respectivamente. Na primavera 60 km² são moderadamente estáveis e 635 km² medianamente estáveis. O inverno apresentou 60 km² moderadamente estáveis, 627 km² medianamente estáveis e 8 km² moderadamente vulneráveis, nessa estação foi possível observar o início da transição para estados de maior suscetibilidade e menor estabilidade, visto que as estações seguintes apresentam cenários moderadamente vulneráveis mais pronunciados. O verão

e outono austral, que correspondem aos meses de DJF e MAM apresentou cenários moderadamente vulneráveis com percentual de 18.7 equivalente a 130 km² do território (tabela 7).

Estes resultados ratifica o resultado de Panagos et al., (2017) que demonstra, a maior sazonalidade, na Amazônia, no verão e outono correspondendo ao período mais chuvoso relacionado aos padrões oceano- atmosfera de grande escala relacionados à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

No outono, inverno primavera e verão, a classe de vulnerabilidade medianamente estável/vulnerável predomina no território com 79.8 %, 89.5 %, 91.3 % e 74.8% correspondendo à maior unidade mapeada. As áreas com maior estabilidade correspondem a solos em estágio de melhor desenvolvimento e significativa cobertura vegetal, pois os processos pedogenéticos são favorecidos em unidades de paisagem que possuem vegetação mais densa.

Tabela 7- Caracterização da vulnerabilidade ambiental à erosão nas quatro estações no município de Barcarena, Pa.

Estação	Moderadamente estável/vulnerável (km ²)	Medianamente estável/vulnerável (km ²)	Moderadamente Vulnerável (km ²)	Total (km ²)
Outono	10	555	130	695
Inverno	60	627	8	700
Primavera	60	635	-	700
Verão	35	520	120	685

Fonte: Autor.

Igawa e Maciel (2018) em seu estudo na bacia Hidrográfica do Rio Marapanim-Pa indentificou áreas com moderada e mediana estabilidade no período chuvoso, em que há precipitação máxima de 350 mm, diferente de Barcarena que apresenta um pico de 380 mm no mesmo período, mostrando que o clima é um dos principais fatores que influenciam na variabilidade da vulnerabilidade à erosão, tornando-se uma das maiores causas de depauperamento dos solos.

O estudo de Leal et al. (2019) no município de São Miguel do Tapuio, Piauí apontou 26,4% de Moderada vulnerabilidade, 63,9% de Moderadamente a alta vulnerabilidade e 9,5% na classe Alta de vulnerabilidade, o que pode explicar a diferença é o fato de que Barcarena possui um índice de vegetação de 411 km², significativamente maior, recebendo um valor de vulnerabilidade menor além de possuir boa estabilidade das variáveis pedologia, geologia e geomorfologia.

Vale salientar que por ser medianamente estável/vulnerável, essas áreas necessitam de monitoramento e necessitam de ações que reúnam todas as partes envolvidas na pesquisa e

gerenciamento de riscos costeiros, criando uma dinâmica regional de observação baseado na governança original, que cria uma forte interface entre acadêmicos e gestores, combinando instituições públicas, centros de pesquisa, órgãos de decisão, e órgãos operacionais.

As porções das ilhas do Arapari e Trambioca, onde residem os povos varzeanos apresentam unidade geológica de depósitos aluvionares que se estendem pelas ilhas e formam uma planície de acumulação constituída por cascalhos, areias, siltes e argilas (IBGE 2010). Os gleissolos háplicos, que em sua composição argilosa, são regularmente ou constantemente saturados com água, sendo hidromórficos desenvolvendo problemas quando drenados, dificultando o crescimento de raízes, que de acordo com os dados recebem índice pluviométrico mais elevado. A geomorfologia de mangue está sujeita às inundações e uma intensa atividade de sua tríade (erosão, transporte e deposição).

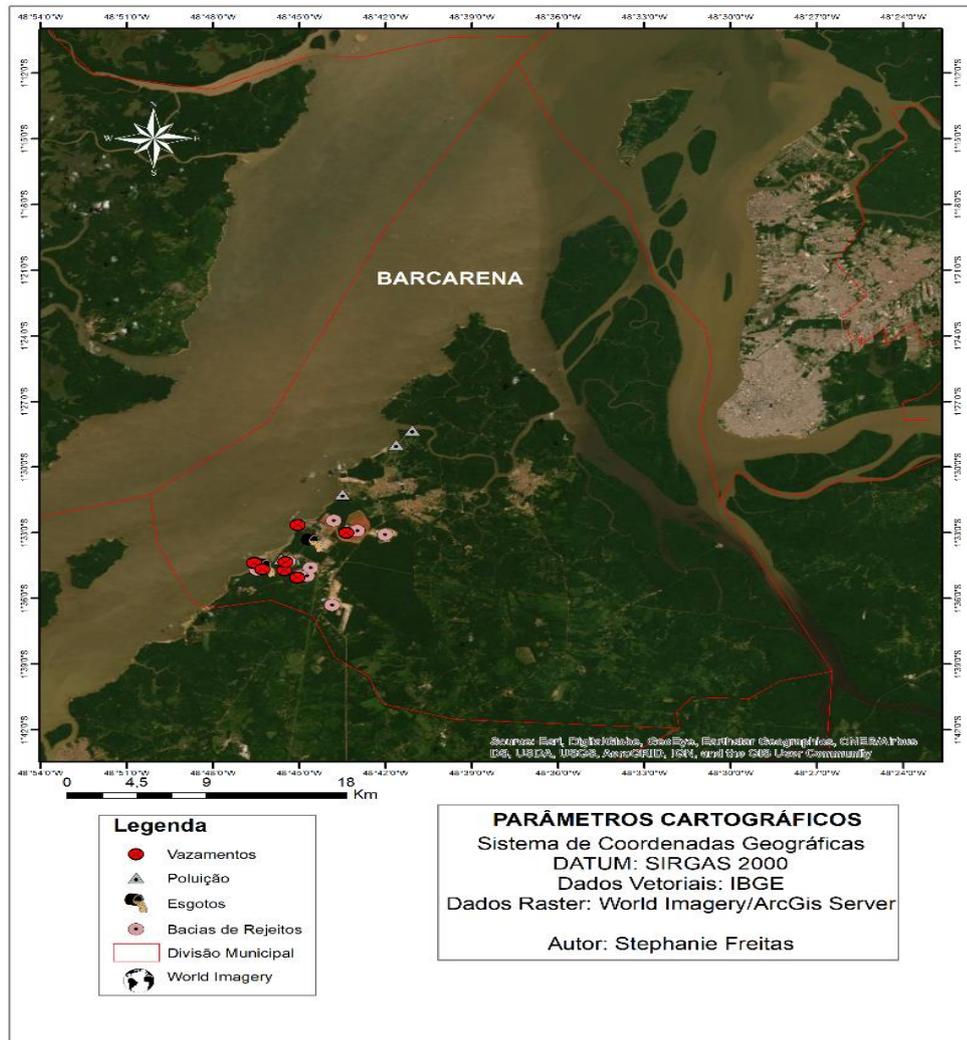
3.1.7 Correlações

Barcarena possui excelentes condições para rota marítima direcionada os mercados europeu e norte-americano dessa forma, na zona de interesse portuário concentram-se o porto de Vila do Conde, à margem direita do Rio Murucupi, além dos portos de uso privativo cauliníferos e de granéis sólidos além da produção mineral no polo industrial, mais especificamente caulim, alumina e alumínio (EMBRAPA, 2017). O advento da industrialização com a interferência antropogênica, no ato de desmatar, queimar conseqüentemente transformou as unidades de paisagem no município (SILVA; NODA, 2016).

As unidades de paisagem moderadamente vulneráveis ambas no verão e outono correspondem a sede do município (por ser altamente antropizada) e a faixa costeira da zona portuária e industrial. Por ser o ponto mais importante em termos econômicos em todas as estações estes espaços correspondem ao maior índice de vulnerabilidade mapeada.

A região portuária e industrial além de ser suscetível aos processos erosivos sofre há mais de vinte anos com ações por parte de algumas empresas em lançar efluentes sem tratamento no solo e no copo hídrico (SILVA; HAZEU, 2016) portanto, a figura 7 apresenta os focos de deposição de rejeitos com base no “Boletim Barcarena Livre” elaborado pelo Instituto de Ciências Sociais Aplicada da Universidade Federal do Pará (2016). Quanto a problemática da deposição de efluentes, medidas de fiscalização, sanções e controle governamental devem ser tomadas para que os efeitos ambientais não possam causar uma paralisação da região responsável pelo desenvolvimento econômico local o que poderia levar ao desemprego e sair de uma vulnerabilidade ambiental para uma social.

Figura 7- Foco de Deposição de Rejeitos Industriais, conforme boletim “Barcarena ambiental” UFPA/ICSA, 2016



Fonte: Adaptado de (UFPA/ICSA, 2016).

3.1.8 Controle e Monitoramento

Quanto ao controle e monitoramento dos processos erosivos, um bom exemplo de gestão a ser seguida é citado no estudo de Kerguillec et al. (2019) em que a região de Pays de la Loire, na Costa Atlântica da França, onde o poder público junto às instituições de ensino superior criou OR2C (Observatório Regional de Riscos Costeiros) em 2016, em um contexto de alta vulnerabilidade regional à erosão. O sistema reforça o conhecimento científico e melhora as ferramentas de gerenciamento de riscos costeiros, reduzindo assim a exposição. Essa gestão fortalece a dinâmica de observação da erosão e dos eventos extremos, melhorando a estratégia de monitoramento, a qual baseia-se em uma tecnologia que fornece dados topo-batimétricos anuais. Os dados obtidos são atualizados todos os anos e acessíveis gratuitamente. Os dados também são usados em uma inovadora caixa de ferramentas de análise espacial de riscos costeiros (MAP-RISC),

que tem a capacidade de mapear a predisposição de setores expostos. O MAp-RISC fornece vários indicadores para apoiar a tomada de decisões.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar o mapeamento dos fatores geológico, geomorfológico, pedológico, climatológico e de uso e ocupação da terra e com os resultados obtidos através do geoprocessamento pode-se observar a interferência sazonal nos processos erosivos presentes em Barcarena, visto que 18.7% do município é Moderadamente Vulnerável no verão e inverno austral comprovando que o clima é um dos principais fatores de acentuação da erosão. De forma geral nas quatro estações meteorológicas no município mais de 70% da unidade mapeada é medianamente estável/vulnerável, prevalecendo o equilíbrio entre morfogênese e pedogênese. E em todas as estações a zona portuária-industrial e urbana apresentam maior exposição com relação as demais áreas; desta forma recomenda-se uma atenção redobrada de todas as esferas de governo, iniciativa privada e sociedade civil no controle e monitoramento destas unidades de paisagem.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PARÁ. **Defesa Civil isola área de erosão na Praia do Caripi, em Barcarena.** 2015. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/9365/>. Acesso: abril de 2020.

AQUINO, A. R. de; LANGE, C. N.; LIMA, C. M. de; AMORIM, E. P. de; PALETTA, F. C.; FERREIRA, H. P.; BORDON, I. C.A.C.; ALMEIDA, J. R. de; GOMES, M. A.U.G.; ZAMPIERI, M. C.T.; OLIVEIRA, M. J.A. de; CORREIA JUNIOR, P. de A.C.; SOUZA, R. R. de; MATTIOLO, S. R.; RODRIGUES, S. G. **Vulnerabilidade ambiental.** São Paulo: Blucher, 2017. 112p.

BELATO, L. de S.; SERRÃO, S. L. C.; GANDRA, A. L. F.; AMORIM, I. L. de S. Aplicação da vulnerabilidade ambiental do município de Moju, Estado do Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais** v.9, n.5, p.218-230, 2018. Disponível em: doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0020. Acesso: 26 jan. 2020.

BROWN, D. S.; BROWN, J. C.; BROWN C. Land occupations and deforestation in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, (online) v.54, 2016. Disponível: DOI:10.1016/j.landusepol.2016.02.003. Acesso: 23 jan. 2020.

CAVALCANTE, R. B. ; FERREIRA, D. B. S.; PONTES, P. R. M.; TEDESCHI R. G.; COSTA,C. P. W.; DE SOUZA, E. B. Evaluation of extreme rainfall indices from CHIRPS precipitation estimates over the Brazilian Amazonia. **Atmospheric Research**, v. 238, p. 104-179, 2020. Disponível em: [doi:10.1016/j.atmosres.2020.104879](https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104879). Acesso: janeiro de 2020.

CAPPS, K. A.; BENTSEN, C. N.; RAMIREZ, A. Poverty, urbanization, and environmental degradation: Urban streams in the developing world. **Freshwater Science**, v. 35, n.1 p. 429–435, 2016. Disponível em: [doi:10.1086/684945](https://doi.org/10.1086/684945). Acesso: fevereiro de 2020.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDES FILHO, P.; FLORENZANO T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001. 124p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. p. 25-40.

FRANCO S. V.; SOUZA, E. B. de; COSTA, C. P. W. da; FERREIRA, D. S.; OLIVEIRA, J. V.; SODRÉ, G. R. C.; KUHN, P. A. F.; AZEVEDO, F. T. Prognóstico sazonal da precipitação para o verão e outono austral da Amazônia oriental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n.1, p. 057-070, 2019. DOI.org/10.26848/rbgf.v12.1.p057-070. Acesso: janeiro de 2020.

GARCIA-AVLLON, S.; MIRALLES, J.L. Novas estratégias para melhorar a governança na gestão territorial: evoluindo de “cidades inteligentes” para “territórios inteligentes”. **Procedia Engineering**, v. 118, n.2, p. 3-11, 2015.

GENTILI, J.O.; FERNANDEZ M.E.; CAMPO, A.M. Vulnerability in Bahía Blanca. Estimating technology-related risks. **International Journal of Disaster Risk Reduction, Science Direct**. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.07.005>. Acesso: janeiro de 2020.

HASAN, M.; ISLAM, A.; HASAN, M.A.; ALAM, J.; PEAS, M.H., Groundwater vulnerability assessment in Savar upazila of Dhaka district, Bangladesh — a GIS-based DRASTIC modeling, **Groundwater for Sustainable Development**. v.6 n.2, p.31-45, 2019, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100220>. Acesso: março de 2020.

INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIAIS APLICADA ICASA. **Informativo Barcarena Livre: 37** Anos de desastres socioambientais. Universidade Federal do Pará, 1 ed. 2016. Disponível em: https://issuu.com/marcelhazeu/docs/informativo-bacarena_livre Acesso: janeiro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Barcarena**. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>. Acesso: 11 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Geodados**. 2010. Disponível: <http://www.geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/>. Acesso:14 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Geomorfologia**. 2010. Disponível em: tp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/unidades_da_federacao/pa_geomorfologia.pdf. Acesso em: 11 jan. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira com alta resolução espacial utilizando dados Landsat-8 /TM e MODIS**. São José dos Campos, 2014.

KERGUILLEC, R.; AUDERE, M.; BALTZER, A.; DEBAINE, F.; FATTAL, P.; JUIGNER, M.; ROLLO, N. Monitoring and management of coastal hazards: Creation of a regional observatory of coastal erosion and storm surges in the pays de la Loire region (Atlantic coast, France). **Ocean & Coastal Management**. v.13, n.1, p.61-81, 2019. Disponível em: DOI:10.1016/j.ocecoaman.2019.104904. Acesso em: janeiro de 2020.

LEAL, J.; AQUINO, C. M.; AQUINO, R. P.; VALLADARES, G. S. Vulnerabilidade ambiental no município de São Miguel do Tapuio, Piauí: bases para o ordenamento territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**. (online) v.12. 2019. Disponível em: DOI.org/10.26848/rbgf.v12.2.p608-621. Acesso em:28 jan. 2020.

LOPES, M. S.; SALDANHA, D. L. Análise de vulnerabilidade natural à erosão como subsídio ao planejamento ambiental do Oeste da bacia hidrográfica do Camaquã – RS **Revista Brasileira de Cartografia** v.6, p.89-119, 2016.

- OLIVEIRA, A.A.; BORGES, J.T. Analysis of population vulnerability to environmental technological risks in the urban area of the city of Manaus-AM. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 49, 2018. (online), Disponível em: DOI: 10.5380/dma.v49i0.59260. Acesso em:22 fev. 2020.
- PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; MEUSBURGER, K.; YU, B.; KLIK, A.; LIM, K. J.; BALLABIO, C. Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. **Scientific Reports**, (online) v.7, 2017. Disponível em: DOI.org/10.1038/s41598-017-04282-8 Acesso em:15 mar. 2020.
- PAPATHOMA-KOHLER, M.; SCHOGL, M.; FUNCHS, S. Vulnerability indicators for natural hazards: an innovative selection and weighting approach. **Scientific Reports** (online) v.9. 2019. Disponível: DOI:10.1038/s41598-019-50257-2 Acesso:12 mar. 2020.
- PORFÍRIO, D. M.; COSTA, L. R. M. MONTEIRO. M. L. D. Rainwater geochemistry inside the Barcarena power station at the mouth of the Tocantins River. **Environmental Technology, United Kingdom**, (online) v. 39. 2018. Disponível em: DOI:10.1080/09593330.2018.1516801 Acesso:6 mar. 2020. PREFEITURA MUNICIPAL DE BARCARENA. **Prefeitura inicia reparos na orla da Fazendinha** (2020). Disponível em: <https://barcarena.pa.gov.br/portal/noticia?id=1730&url=prefeitura-inicia-reparos-na-orla-da-fazendinha>. Acesso em: abril de 2020.
- RIBEIRO, A, S. R. Vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica pelo processo analítico hierárquico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.1, p. 16-31, 2016. Disponível em: DOI.org/10.26848/rbgf.v9.1.p016-03. Acesso em: janeiro de 2020.
- ROVANI, F.F.M.; CASSOL, R.; WOLLMANN, C.A.; SIMIONI, J.P.D. Análise da vulnerabilidade natural à perda de solo de Barão de Cotegipe, R.S. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 29, n.2 p. 262-278, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v29i0.102085>. DOI: 10.11606/rdg.v29i0.102085.
- ROVANI, F.F.M.; VIEIRA, M. Vulnerabilidade natural do solo de Silveira Martins –RS. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 23, n.2, p. 151-160, 2016. Disponível em: DOI: 10.1590/2179-8087.125614. Acesso em: abril de 2020.
- SAHOO, S.; DHAR, A.; KAR, A. Environmental vulnerability assessment using Grey; analytic hierarchy process based model. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 56, n.2, p.145–154, 2016. Disponível em: DOI:10.1016/j.eiar.2015.10.002. Acesso em: abril de 2020.
- SANTOS R.Q.; SOUZA, E. B.; CAMPOS, L. O. B.; SANSIGOLO A. C.; SANTOS P. P. Aspectos regionais do padrão sazonal da precipitação sobre a Amazônia utilizando o modelo RegCM4. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.09, n.2, p. 917-926, 2016.
- SANTOS, P. T.; MARTINS, A. P. Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Claro (GO) Utilizando Geotecnologias. **Geography Department University of Sao Paulo**, v. 36, n.2, p.155–170, 2018. Disponível em: DOI.org/10.11606/rdg.v36i0.143665. Acesso em: abril de 2020.
- SILVA, S. F.; HAZEU, M. T. O complexo industrial-portuário em Barcarena e a saúde de comunidades tradicionais na Amazônia brasileira. **O Social em Questão**. n.5 n.4, p 171 – 194, 2019.

SILVA, S. H.; NODA, S. N. The effects on Amazon floodplains of the dynamics between the water and land. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.11, n.2, p.377-398, 2016. Disponível em:DOI:10.4136/ambi-agua.1805.

TAKUYA I.; PARTINGTONB, D.; TICEHUSTA, J.; BARRY, F.W.; CROKEA,C.; JAKEMAN, A. J. A socio-environmental model for exploring sustainable water management futures: Participatory and collaborative modelling in the Lower Campaspe catchment *Journal of Hydrology: Regional Studies* v. 28 n. 1 p. 1- 35, 2020 Disponível em:DOI: 10.1016/j.ejrh.2020.100669.

TRAVASSOS, S. J.; TOMACHUK, C. R.; MELO, H. G. EIS investigation and patina characterization of weathering steel exposed to each of the four seasons in the São Paulo metropolitan area. **Electrochimica Acta**, v.18, n.325, p.1-15, 2019. Disponível em: DOI: 10.1016/j.electacta.2019.134885.

CAPÍTULO 3- MAPEAMENTO E ANÁLISE DE VULNERABILIDADE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA.

RESUMO

A cidade é o local ideal para se pesquisar sobre os aspectos das vulnerabilidades, por ser uma área territorial onde os conflitos e as contradições estão quase sempre latentes e de onde emergem as fragilidades sociais e ambientais. Neste sentido, o objetivo deste artigo foi operacionalizar empiricamente o conceito de vulnerabilidade social, por meio da construção de um indicador de vulnerabilidade social, com integração de dados socioeconômicos do Censo 2010 do IBGE para mapear e analisar situações de vulnerabilidade em escala municipal em Barcarena-Pa. Para classificar as classes de vulnerabilidade foi utilizado um estudo de análise estatística fatorial no software SPSS 24.0, posteriormente sobreposos os dados no software Arc Gis 10.4 para visualizar os recortes espaciais vulneráveis. Os setores censitários pertencentes ao grupo de vulnerabilidade moderada são predominantes; no entanto o estudo mostrou que a grande maioria do território se encontra em situação de vulnerabilidade moderada e alta. Fez-se um ranking com os 10 setores censitários mais vulneráveis e a partir disso, constatou-se que as zonas mais vulneráveis consistem na região das ilhas, zona rural e bairros de ocupação espontânea em Vila dos Cabanos e velha Barcarena. Este trabalho ressaltou o fato de que Barcarena é uma cidade em que o PIB e IDH são contraditórios quando comparados entre si. Além de apresentar a diferença sociais de um distrito planejado (Vila dos Cabanos) e um não planejado (sede de Barcarena) disparidades essas que são refletidas através de mazelas sociais

Palavras-chave: Vulnerabilidade. Análise Fatorial. Geoprocessamento.

ABSTRACT

The city is the ideal place to research aspects of vulnerabilities, as it is a territorial area where conflicts and contradictions are almost always latent and from which social and environmental weaknesses emerge. In this sense, the objective of this article was to operationalize the concept of social vulnerability empirically, through the construction of a social vulnerability indicator, with the integration of socioeconomic data from the 2010 IBGE Census to map and analyze vulnerability situations on a municipal scale in Barcarena- Pan. To classify the vulnerability classes, a study of factorial statistical analysis was used in the SPSS 24.0 software, later we overlay the data in the Arc Gis 10.4 software to view the vulnerable spatial cutouts. Census tracts belonging to the group of moderate vulnerability are predominant; however, the study showed that the vast majority of the territory is in a situation of moderate and high vulnerability. A ranking was made with the 10 most vulnerable census sectors and from that, it was found that the most vulnerable areas consist of the

islands, rural areas and spontaneously occupied neighborhoods in Vila dos Cabanos and old Barcarena. This work highlighted the fact that Barcarena is a city in which GDP and HDI are contradictory when compared to each other. In addition to presenting the social difference between a planned district (Vila dos Cabanos) and an unplanned one (Barcarena headquarters), these disparities are reflected through social problems.

Keywords: Vulnerability. Factor analysis. Geoprocessing.

1. INTRODUÇÃO

A aglomeração urbana massiva é uma consequência da urbanização acelerada que comumente ocorre nos países em desenvolvimento. No contexto brasileiro, esse processo promoveu grandes modificações na demografia e no ordenamento territorial. O processo de crescimento urbano naturalmente exigiu demandas que não foram acompanhadas por melhorias contínuas das condições de infraestrutura nas cidades para que fosse possível acolher a população; gerando graves crises tanto para os indivíduos quanto para o meio ambiente (MEDEIROS, 2016).

Nesse contexto, grandes desafios para o progresso das sociedades modernas, sempre pautaram as condições ambientais. O desafio de ser sustentável depende diretamente de interferências sociais. Ordenar o território e investir em saneamento são algumas das pautas essenciais para qualidade de vida; o problema é que, em grande parte das vezes a interferência antrópica transforma o meio e influi sobre o equilíbrio ambiental, ou seja, a atividade humana influencia diretamente a natureza e os impactos negativos reverberam sobre a qualidade de vida das pessoas, construindo assim vulnerabilidades que atingem principalmente populações que se encontram em desvantagem social (CECONI et al., 2018)

O núcleo urbano é um locus de pesquisa no que concerne as vulnerabilidades, por se tratar de uma área territorial onde emergem as contradições sociais. A dimensão urbana é de grande importância para a compreensão dos padrões de desenvolvimento social e econômico, exercendo função essencial para que se possa compreender os níveis de qualidade de vida da população envolvida (ARAÚJO, 2015).

Considera-se a vulnerabilidade social os resultados de um conjunto de questões que abrangem não apenas fatores individuais, mas coletivos, contextuais, que geram significativa suscetibilidade ao adoecimento e, de modo inseparável, requer maior disponibilidade de recursos de diversas ordens para se prevenir e enfrentar as calamidades. O conceito de vulnerabilidade parte de um contexto que a explica como a coexistência, cumulatividade ou sobreposição espacial de uma conjuntura de pobreza e privação social e de exposição a risco ambiental, e ainda existe o fato de que a vulnerabilidade social pode tanto gerar, como evidenciar a vulnerabilidade ambiental em determinado recorte espacial (ALVES, 2013).

Cidades que abrigam pólos industriais, são atualmente núcleos de manutenção, reprodução e intensificação das desigualdades socioespaciais e da exclusão territorial. Esses espaços apresentam tal característica, pois neles estão concentradas grandes desigualdades nas condições de vida e acesso à bens e serviços públicos. Na cidade de Barcarena, Pará, a implantação de grandes projetos que acompanharam as políticas desenvolvimentistas, abriu portas para a exploração dos recursos naturais, supressão das relações sociais pré-existentes e dos direitos das comunidades tradicionais, além da precarização dos serviços públicos de saúde (NASCIMENTO; HAZEU, 2019).

Dessa forma, na tentativa de mensurar a suscetibilidade desta população, surgiu a necessidade de utilizar o Índice de Vulnerabilidade Social-IVS, que reúne indicadores do bloco de vulnerabilidade social os quais, podem ser demonstrados através de mapas e estruturados em diferentes dimensões, servindo de suporte para a identificação de recortes espaciais que apresentam sobreposição de estágios de exclusão e desvantagem social no território. Este estudo é uma ferramenta que pode orientar gestores públicos para o desenho de políticas públicas coerentes com as carências e necessidades existentes no município (IPECE, 2015).

Diante disso, a hipótese deste estudo pressupõe que as unidades de paisagem mais vulneráveis encontram-se nas zonas periféricas do município e no núcleo urbano da velha Barcarena, onde historicamente há uma concentração maior de desvantagens sociais, sobretudo no que tange à educação, infraestrutura, saneamento e economia.

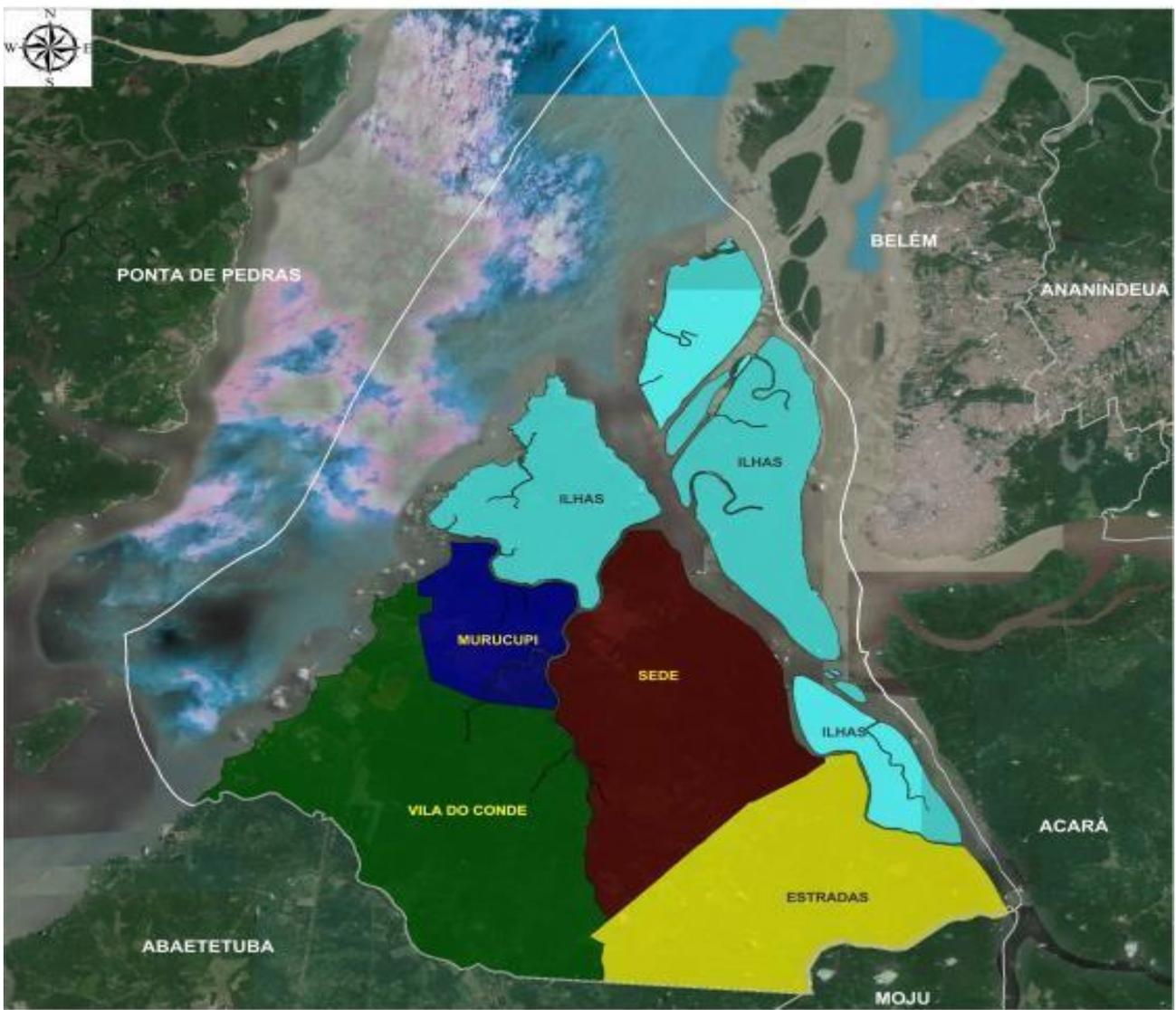
Neste sentido, o objetivo deste estudo é operacionalizar empiricamente o conceito de vulnerabilidade social, por meio da construção de um indicador, com integração de dados socioeconômicos do Censo 2010 do IBGE para mapear e analisar situações de vulnerabilidades em escala municipal na cidade de Barcarena-Pa.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

Barcarena está estabelecida na Mesorregião Metropolitana de Belém, no leste do Pará, na convergência dos rios Tocantins e Guamá sob as coordenadas geográficas: 01 ° 30'24"S e 48 ° 37'12"O (figura 1). Localizada na bacia hidrográfica do rio Murucupi insere-se na sub-região Guamá-Mojú, que incorpora a região hidrográfica Costa Atlântica-Norte. O clima predominante é tropical, quente e úmido; típico nas cidades Amazônicas, com temperatura média de 31,5 °C, precipitação total anual de 2.532 mm/ano (LEMONS et al., 2018). O município possui 1.310,340 km² de unidade territorial e população estimada em 124.680 habitantes (IBGE, 2019).

Figura 1- Localização geográfica do município de Barcarena, Pa.



Fonte: Plano diretor de Barcarena (2016).

O município de Barcarena-PA está dividido em 5 regiões administrativas: Sede, Murucupi, Estrada, Ilhas e Conde. A dinâmica urbana e rural do município de Barcarena ocorreu de forma bem distinta ao longo dos últimos anos. Essa dinâmica, em sua maior parte influenciada pela industrialização, resultou na reestruturação do espaço, alterando a paisagem urbana e rural, além de modificar as relações socioespaciais do município. Antes da inserção de um novo momento industrial no município de Barcarena, as populações tradicionais utilizavam os recursos naturais para subsistência, através do saber local e o conhecimento ecológico pescando, caçando na prática do extrativismo (CARMO; COSTA, 2016).

2.2 Construção do estudo e Análise Fatorial

Para este estudo, optamos por escolher fatores que estão inseridos na base cartográfica do Censo 2010, do IBGE que refletem as desvantagens sociais:

- V1 – Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar ou via vala ou via rio, lago ou mar ou via outro escoadouro;
- V2 – Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade ou com outra forma de abastecimento de água;
- V3 – Domicílios particulares permanentes sem banheiro;
- V4 – Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro ou jogado em rio, lago ou mar ou com outro destino do lixo;
- V5 – Domicílios particulares permanentes com 5 ou 6 ou 7 moradores;
- V6 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal;
- V7 – Pessoas alfabetizadas de 10 a 14 anos ou 15 a 19 anos;
- V8 – Domicílios particulares permanentes com mulher responsável e mais quatro moradores ou com mulher responsável e mais cinco moradores ou com mulher responsável e mais de seis moradores.

Ao lançar mão destes dados, utilizou-se a técnica de Análise Fatorial (AF), a qual é uma técnica estatística multivariada de interdependência que busca compactar as relações observadas entre um conjunto de variáveis inter-relacionadas, na busca de fatores comuns (FÁVERO et al., 2009). A ideia é representar um conjunto de variáveis originais observadas em um número menor de fatores intrínsecos, cujo objetivo principal é definir a estrutura subjacente de uma matriz de dados (MAROCO, 2007).

De forma resumida, pode-se dizer que a Análise Fatorial é uma técnica estatística usada para identificar um número relativamente pequeno de fatores (índices) que podem ser usados para identificar relacionamentos entre um conjunto de muitas variáveis inter-relacionadas entre si.

Contudo, para a aplicação da técnica é necessário que sejam atendidos alguns pressupostos. Inicialmente é realizado o teste de normalidade e a seguinte a identificação da existência ou não de *outliers* (valores discrepantes no conjunto de dados).

Atendidos os pressupostos iniciais realiza-se a análise da matriz de correlação, na qual de acordo com Hair Jr. et al. (2005), a maior parte das correlações devem ter valores iguais ou maiores que 0,30, cuja as correlações são obtidas a partir de

$$r_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}][\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}]}}$$

Para verificar o ajuste da Análise Fatorial é preciso analisar a estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), cujos valores variam de 0 a 1, quanto mais próximo de 1 o seu valor, mais adequada é a utilização da técnica (MAROCO, 2007). A estatística KMO é dada por

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2}$$

onde r_{ij} é o coeficiente de correlação entre as variáveis e a_{ij} é a coeficiente de correlação.

A classificação do valor de KMO é apresentado na Tabela 1 (PESTANA; GAGEIRO, 2005; FÁVERO et al., 2009).

Tabela 1 – Classificação da Análise Fatorial pela Estatística KMO.

Valor de KMO	Recomendação à AF
0,90	1,00 Excelente
0,80	0,90 Boa
0,70	0,80 Média
0,60	0,70 Razoável
0,50	0,60 Mau mas ainda aceitável
0,00	0,50 Inaceitável

Fonte: (PESTANA; GAGEIRO, 2005); (FÁVERO et al., 2009).

Diante da adequação dos dados para a aplicação da técnica multivariada, é realizado o teste de esfericidade de Bartlett o qual avalia se a matriz de correlação é igual a matriz identidade e a análise da matriz anti-imagem, em que indica por meio da Medida de Adequação da Amostra (MAA) se a variável em estudo é apropriada para a utilização da técnica, ou seja, quanto mais próximo de 1 for o valor do MAA, mais adequada para a aplicação, valores iguais ou superiores a 0,5 de MAA, indicam que a variável é importante na construção dos índices (fatores).

Para determinar a quantidade de fatores extraídos, isto é, quantidade equações necessárias a construção dos índices, utiliza-se o critério de Kaiser, em que se determina os fatores que apresentam autovalores maiores a 1, os demais são descartados da análise. Os fatores extraídos, posteriormente são rotacionados por meio do método Varimax, para que cada fator possa maximizar a informação de cada variável utilizada na construção dos índices.

Para calcular os escores de cada Setor Censitário (SC) são multiplicados os valores individuais de cada pergunta pelos Escores Fatoriais (Tabela 3). Para facilitar a interpretação dos índices é realizada uma padronização dos valores obtidos, para que os mesmos pudessem ser avaliados em uma escala de 0 a 1 ou 0 a 100%. Neste caso, o *i-ésimo* valor padronizado de um índice, é obtido por

$$FP_i = \left(\frac{F_i - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \right);$$

onde, F_i é o escore do *i-ésimo* professor e F_{min} e F_{max} são, respectivamente, os valores mínimo e máximo observados para os escores fatoriais associados a cada professor.

Para realização da Análise Fatorial foi utilizado o software SPSS, versão 24.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aplicação da Análise Fatorial para Construção do Índice de Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena

Inicialmente, para evitar: (i) que as unidades de medida das variáveis e (ii) que a presença de *outliers* (valores discrepantes), pudessem interferir no processo de construção do Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena-Pará-Brasil, os valores medidos e/ou observados de cada uma das variáveis utilizadas (Tabela 3), foi padronizado numa escala de 0 a 1 (Tabela 4). Neste caso, o *i*-ésimo valor padronizado da *j*-ésima variável (VP_{ji}), é obtido por

$$VP_{ji} = \left(\frac{Y_{ji} - Y_{\min(j)}}{Y_{\max(j)} - Y_{\min(j)}} \right);$$

onde Y_{ji} é o *i*-ésimo valor da *j*-ésima variável e $Y_{\min(j)}$ e $Y_{\max(j)}$ são, respectivamente, os valores mínimo e máximo observados da *j*-ésima variável.

Em, seguida aplicou-se a Análise Fatorial (AF), para construção do Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena-Pará-Brasil. A partir da AF obteve-se um considerável número de correlações com valores do nível descritivo inferiores a 0,05 (5%) para as variáveis utilizadas na construção do Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena-Pará-Brasil, indicando que todas as variáveis (perguntas) são adequadas à aplicação da técnica de Análise Fatorial.

Na Tabela 2 pode-se observar que o valor da estatística KMO para Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena-Pará-Brasil ($KMO = 0,744$), é superior a 0,50, indicando que há adequação da Análise Fatorial ao conjunto de variáveis. Além disso, o nível descritivo do teste de esfericidade de Bartlett ($p = 0,000$), isso acarreta na rejeição da hipótese de a matriz de correlações ser a uma matriz identidade (Tabela 2). Estes resultados respaldam o emprego da Análise Fatorial para a extração de fatores e a estimação dos escores fatoriais e posterior construção do Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena-Pará-Brasil (IVS-Barcarena).

A maioria dos valores de Medida de Adequação a Amostra para as variáveis, necessárias a construção do IVS-Barcarena, individualmente encontram-se em domínio aceitável para a aplicação da técnica de Análise Fatorial, isto é, os valores de MAA são superiores a 0,50, a exceção está na variável “Domicílios particulares permanentes sem banheiro”, que apresenta valor de $MAA = 0,399$, mas decidiu-se manter esta variável no processo de construção IVS-Barcarena,

por considerá-la importante e, também, porque a mesma apresenta boas características, quando analisadas a Comunalidade e a Correlação (Tabela 2).

O fator obtido consegue restituir 69,96% da informação do conjunto de variáveis, como pode ser observado na Tabela 2. Porém, vale lembrar que o critério utilizado para retenção dos fatores não foi o % Var restituído e sim o critério de Kaiser. Assim, um fator foi retido pelo critério de Kaiser, ou seja, aquele com autovalor superior a 1, para a construção IVS-Barcarena.

A maioria das variáveis utilizadas na construção do IVS-Barcarena, têm sua informação restituída de forma satisfatória pelo fator retido, já que apresentam maioria dos valores de Comunalidade igual ou superior a 0,30 (30%). A exceção está na variável “Domicílios particulares permanentes, com lixo jogado: em terreno baldio ou logradouro ou jogado em rio, lago ou mar ou com outro destino do lixo”, que apresenta valor de Comunalidade = 0,18, mas decidiu-se manter está variável no processo de construção IVS-Barcarena, por considerá-la importante e, também, porque a mesma apresenta boas características, quando analisada a MAA (Tabela 2). Todas as variáveis utilizadas na construção do IVS-Barcarena, apresentam maioria das correlações moderada ($r \geq 0,50$) com o fator (índice) retido (Tabela 2).

Assim, a partir dos escores fatoriais (Tabela 2), o IVS-Barcarena, é dado por

$$\text{IVS-Barcarena} = -0,198 \times V1 + 0,138 \times V2 + 0,863 \times V3 + 0,109 \times V4 + 0,270 \times V5 + 0,376 \times V6 + 0,286 \times V7 + 0,070 \times V8. \quad (1)$$

Onde:

V1 – Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar ou via vala ou via rio, lago ou mar ou via outro escoadouro;

V2 – Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade ou com outra forma de abastecimento de água;

V3 – Domicílios particulares permanentes sem banheiro;

V4 – Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro ou jogado em rio, lago ou mar ou com outro destino do lixo;

V5 – Domicílios particulares permanentes com 5 ou 6 ou 7 moradores;

V6 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal;

V7 – Pessoas alfabetizadas de 10 a 14 anos ou 15 a 19 anos;

V8 – Domicílios particulares permanentes com mulher responsável e mais quatro moradores ou com mulher responsável e mais cinco moradores ou com mulher responsável e mais de seis moradores.

Nos índice obtido (Eq. 1) os valores positivos dos coeficientes das variáveis, indicam que quanto maior for o valor score obtido para um determinado Setor Censitário, maior será sua Vulnerabilidade Social.

Após a obtenção IVS-Barcarena (Eq. 1), foi possível calcular os escores fatoriais para cada Setor Censitário (SC), por exemplo, para o SC 150130305000001, o seguinte score foi obtido,

$$\begin{aligned} \text{IVS-Barcarena} &= -0,198 \times 0,040 + 0,138 \times 0,105 + 0,863 \times 0,035 + 0,109 \times \\ (\text{SC 150130305000001}) &0,031 + 0,270 \times 0,246 + 0,376 \times 174 + 0,286 \times 189 + 0,070 \\ &\times 0,271 = 0,245. \end{aligned} \quad (1)$$

A partir dos Escores de cada Setor Censitário foi realizada a padronização dos valores obtidos, para que os mesmos pudessem ser avaliados em uma escala de 0 a 1 ou 0 a 100%. Assim, para o para o Setor Censitário 150130305000001, o seguinte Escore Padronizado (EP) foi obtido:

$$EP_{CS150130305000001} = \left(\frac{F_i - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \right) \times 100 = \left(\frac{0,245 - 0,036}{1,469 - 0,036} \right) \times 100 = 14,57\%.$$

Após a obtenção dos escores padronizados de cada Setor Censitário, foi realizada uma classificação dos Setores Censitários em três grupos distintos. A classificação foi baseada na teoria dos percentis amostrais (BUSSAB E MORETTIN, 2013). Logo, o conjunto de valores dos escores padronizados, foi dividido da seguinte forma: Grupo 1 – Baixa Vulnerabilidade Social, grupo de Setores Censitários com os menores escores (0,00% a 30%); Grupo 2 – Moderada Vulnerabilidade Social, grupo de Setores Censitários com os moderados escores (30,01% a 69,99%); Grupo 3 – Alta Vulnerabilidade Social, grupo de Setores Censitários com os maiores escores (70,00% a 100,00%).

Tabela 2- Estatísticas Resultantes da Aplicação da Técnica de Análise Fatorial as Variáveis Necessárias à Construção do Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena-Pará-Brasil.

Variável	KMO	Esfericidade Bartlett	% Var.	MAA	Comun.	Correlação (r)	Escores Fatoriais	
Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar ou via vala ou via rio, lago ou mar ou via outro escoadouro;	V1	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,807 ^a	0,81	0,81	-0,198
Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade ou com outra forma de abastecimento de água;	V2				0,814 ^a	0,53	0,73	0,138
Domicílios particulares permanentes sem banheiro;	V3				0,399 ^a	0,88	0,92	0,863
Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro ou jogado em rio, lago ou mar ou com outro destino do lixo;	V4				0,697 ^a	0,18	0,39	0,109
Domicílios particulares permanentes com 5 ou 6 ou 7 moradores;	V5				0,735 ^a	0,75	0,85	0,270
Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal;	V6				0,708 ^a	0,60	0,72	0,376
Pessoas alfabetizadas de 10 a 14 anos ou 15 A 19 anos;	V7				0,748 ^a	0,80	0,88	0,286
Domicílios particulares permanentes com mulher responsável e mais quatro moradores ou com mulher responsável e mais cinco moradores ou com mulher responsável e mais de seis moradores.	V8				0,798 ^a	0,60	0,77	0,070

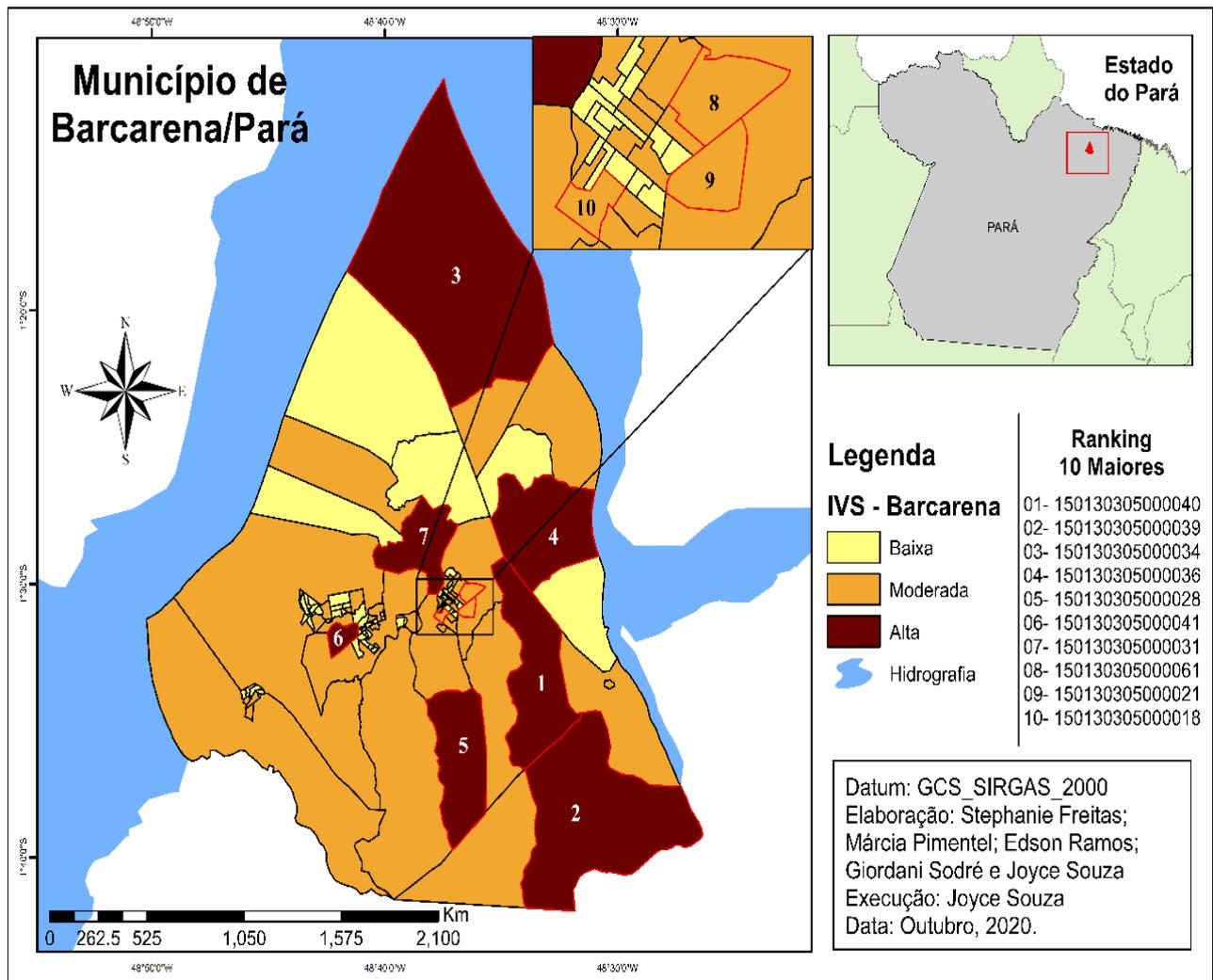
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nota: KMO - Estatística de Kaiser-Meyer-Olkin; χ^2 - Valor do Qui-quadrado; p - Nível Descritivo; % Var. - % Variância Explicada pelo Fator; MAA - Medida de Adequação da Amostra; Comum. - Comunalidade.
 Fonte: Construção dos autores, 2020.

A análise de Vulnerabilidade Social possibilita o estudo das contradições sociais, sendo estas contradições frutos de relações desiguais que são ocasionadas por uma sociedade que é dividida em classes. Para atingir este objetivo, a análise assume caráter multidimensional, onde almejando ter-se de forma mais visível o retrato das disparidades sócio-territoriais existentes em Barcarena, optou-se pela análise do índice em nível de setores censitários, o qual é a menor unidade de agregação de dados pesquisada no Censo 2010.

Neste contexto, a figura 2 exibe o mapa com a distribuição dos setores censitários conforme as quatro classes de vulnerabilidade do IVS. Observando o referido mapa se verifica que o padrão do IVS identificado no mapa em nível de distritos se repete parcialmente quando se analisa uma unidade geográfica de menor dimensão, no caso os setores censitários

Figura 2- Mapa do Município de Barcarena-Pará com a Classificação da Vulnerabilidade Social, por Setor Censitário de 2020.



Fonte: Construção do autor a partir do (IVS-BARCARENA, 2021).

O município de Barcarena-PA está dividido em 5 regiões administrativas: Sede, Murucupi, Estrada, Ilhas e Vila do Conde.

3.2 Sede do Município

De acordo com esta análise, a sede de Barcarena, possui setores com baixa vulnerabilidade, entretanto majoritariamente apresenta setores com moderada desvantagem social, isto significa que mesmo estando na posição central, estas unidades sofrem com a necessidade de saneamento, assim como muitas cidades do Brasil, carecendo de suprimentos essenciais como esgotamento sanitário, e abastecimento de água. É importante salientar que em Barcarena, apenas 0,35% dos domicílios urbanos possui acesso à rede geral de água, 1,7% tem acesso à rede geral de esgoto sanitário e 1,9% não possui banheiros. A área-sede do município, que até então agregou o modo de vida e os costumes dos povos tradicionais anteriores ao processo de industrialização, foi excluída da fase industrial, na qual o município foi inserido para a reconfiguração econômica, ambiental e social da região (CARMO; COSTA, 2016).

Barcarena é um município que possui inúmeras problemáticas ambientais de despejo de efluentes no corpo hídrico (NASCIMENTO; HAZEU, 2019), esses despejos agravam a potabilidade da água, principalmente das pessoas que não possuem acesso à água tratada, ou seja, as condições ambientais estão totalmente associadas à situação social, não existem possibilidade de separação entre estas duas vertentes.

Os setores censitários pertencentes ao grupo de vulnerabilidade moderada são predominantes no município, isso indica que a situação social não é confortável. Este estudo confirma os dados relatados na pesquisa de Machado et. al. (2019) o qual discorre que à primeira vista, Barcarena aparece em situação privilegiada em relação aos municípios com um PIB per capita de 34.455 R\$ contudo, a situação real é bem preocupante, o que se reflete através da figura 2, e confirma-se através do índice de desenvolvimento humano de 0.662, muito abaixo quando comparado a outros municípios paraenses como Canaã dos Carajás (0.673) e Parauapebas (0.718) quando se considera que grande parcela da riqueza produzida está localizada no Complexo Industrial, onde o produto serve à exportação, impactando a arrecadação própria, ficando poucos recursos no local, ou seja uma “falsa riqueza”.

Pode-se observar, que apesar do crescimento econômico não houve uma expansão da demanda por trabalhadores locais, o que contribuiu além da deterioração dos seus modos de vida e das desapropriações, para a exclusão da população tradicional da nova dinâmica econômica instalada no município (NASCIMENTO; HAZEU, 2015).

Grande parte da população que reside nestes setores de vulnerabilidade moderada (Vila do Conde, parte da região do Murucupi, Tupanema, Caripi, parte da sede do município, das estradas e a ilha do Arapari) atuam na agricultura familiar e pecuária, cujo as principais culturas produzidas no município, divididas entre aquelas permanente e aquelas temporárias, são o cultivo do maracujá, laranja, mamão, banana, milho, mandioca, abacaxi, cana de açúcar. As Ilhas de Barcarena possuem produção agroextrativista (açai e pesca) (HAZEU, 2015). São populações em vulnerabilidade moderada que precisam de políticas assistencialistas e capacitação técnica para o bom desempenho de suas atividades, o Estado assim como investe em grandes projetos, deveria investir em capacitação humana principalmente para as pessoas em situação vulnerável.

É importante citar que os portos de Barcarena tiveram grande apoio financeiro do Estado brasileiro. O BNDES, por exemplo, autorizou o empréstimo de R\$ 404 milhões, recebeu apoio também do Banco da Amazônia (BASA) e a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), com respectivamente: R\$ 78.583 milhões a uma empresa de logística portuária e de R\$ 77 milhões para a ampliação de um Terminal portuário (RODRIGUES; HAZEU, 2019).

É possível observar, que o Estado atua como um organizador que orquestra o planejamento territorial no jogo político e econômico, como meio de buscar ganhos econômicos e simbólicos para hegemonias conservadoras que se concentram no interior e no exterior do Estado, o que é uma injustiça, quando o Estado deveria ter a sensibilidade de olhar e dar assistência para aspectos essenciais como educação, saneamento e capacitação técnica da população local (RODRIGUES, 2018).

A região da vila dos cabanos apresentou grande parte de seu território com vulnerabilidade baixa. Por razão de que sua fundação na década de 1980 foi planejada para abrigar os trabalhadores das multinacionais, dessa forma o acesso à infraestrutura é diferenciado, 20% dos domicílios possuem acesso à rede geral de água, 15% dos domicílios possuíam acesso ao esgoto sanitário e 100% dos domicílios tem banheiro (IBGE, 2010).

Dentro do recorte social que apresenta vulnerabilidade social alta na vila dos cabanos, estão Novo Horizonte e Laranjal, bairros de ocupação espontânea do núcleo urbano, nesses bairros foram relocados inúmeros desempregados/subempregados, do complexo industrial portanto com indicadores sociais mais baixos (NAHUM, 2008).

Na figura 2 pode-se observar um ranking com os 10 setores censitários mais vulneráveis do município dentre eles o que mais chamou atenção foi o fato de que os setores mais vulneráveis estão localizados nas estradas (comunidades de Limeira, Guajaraúna e Espanha) e nas ilhas (Onças, Chagão e Poção) onde o acesso à esgotamento sanitário, água tratada e escolaridade é precário e limitado.

4. CONCLUSÃO

Neste estudo fizemos uma análise de vulnerabilidade social com relação a pobreza, nele aliamos dados do Censo IBGE (2010), análise fatorial e geoprocessamento, por acreditar que estudos como este são ferramentas que auxiliam a visualizar comunidades menos favorecidas e, a partir disso, o poder público pode fomentar políticas assistencialistas nestes recortes sociais, ou seja, ir mais afundo na base que realmente importa, fornecimento de água tratada e esgotamento sanitário, educação, saúde, assistência as mães solo chefes de família, pois estes fatores são o básico da dignidade humana. Recortes sociais que carecem de assistência social, no caso de ocorrência de um possível evento adverso são os mais vulneráveis.

Este estudo mostrou que a grande maioria do território encontra-se em situação de vulnerabilidade moderada e alta. E ressaltou o fato de que Barcarena é uma cidade em que o PIB e IDH são contraditórios quando comparados entre si. Além de apresentar a diferença sociais de um distrito planejado (Vila dos Cabanos) e um não planejado (sede de Barcarena) disparidades essas que são refletidas através de mazelas sociais.

O município tem muito a crescer e se desenvolver de forma sustentável, o que significa que o poder público, as multinacionais instaladas e a sociedade barcarenense tem um grande desafio nas mãos, de estruturar, planejar, mediar, algo que não pode ser negligenciado, deve ser enfrentado de modo a minimizar as mazelas socioeconômicas e injustiças ambientais no município. O grande desafio está em minimizar as políticas seletivas que moldaram a estrutura do território.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H.P.F. Análise da vulnerabilidade socioambiental em Cubatão-SP por meio da integração de dados sociodemográficos e ambientais em escala intraurbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v.30 n.2, p.349-66, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982013000200002>. Acesso em: agosto de 2020.
- ARAÚJO, M.C.C.; CANDIDO, G. A. Índices de qualidade de vida urbana de Natal-RN. **Geoconexões**. v.1 n.1 p.51-66, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15628/geoconexoes.2015.2836>. Acesso em: agosto de 2020
- AYRES, M.; AYRES, D. L.; AYRES, LL; SANTOS, B. A.; AYRES JUNIOR, M; FURLANETO, I.P.; AMARAL, A. A. **Pequeno dicionário de bioestatística**. 3.ed. Belém-Pará: Ione Sena, 2012.
- BARBOSA I. R.; GONÇALVES R. C. B.; SANTANA R. L. Mapa da vulnerabilidade social do município de Natal-RN em nível de setor censitário **Journal of Human Growth and Development**. v. 29 n. 1, p.33-55, 2019. DOI: 10.7322/jhgd.157749. Acesso em: novembro de 2020
- BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Blucher, 2005.
- BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. 8.ed., São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

CECONI, D. E.; PICCILLI, D. G. A.; BERNARDI, F.; FENSTERSEIFER, P. Análise de vulnerabilidade visando o planejamento ambiental em bacia de captação para abastecimento público. **Ambiente & Sociedade**, v.21, :e00782, out. 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0078r2vu1811ao>. Acesso em: maio de 2020.

DÍAZ, F.R.; LÓPEZ, F.J.B. **Bioestatística**. 1. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

FÁVERO, L.; BELFIORE, P.; SILVA, F.; CHAN, B. **Análise dos dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GUERRA, A. J. T. Degradação dos solos – conceitos e temas. *In*: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. (org.). **Degradação dos solos no Brasil**. Rui de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 15 – 51.

HAIR JUNIOR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Material institucional**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 de agosto de 2020.

MACHADO B. R. L; SILVS H. A. C.; LIRA J. R. de O. Migração e desenvolvimento: uma análise do município de Barcarena-PA **Novos Cadernos NAEA**, v.22, n,3, 2019. DOI: 10.5801/ncn.v22i3.6497. Acesse em: setembro de 2020.

MAROCO, J. **Análise estatística com a utilização do SPSS**. 3.ed., Lisboa: Lisboa, 2007. 822 p.

MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M.J.N.; SANTOS, J.O. Metodologia para mapeamento de Vulnerabilidade Socioambiental: O caso do município de Caucaia, estado do Ceará. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 1, p. 54-73, 2016. ISSN: 1982-5528 DOI: 10.22411/rede2016.1001.04. Acesso em: março de 2020.

NAHUM J. S. Usos do território, modernização e ações políticas conservadoras em Barcarena-PA. **Geosul**, v. 23 n. 45, p. 23-40, 2008. DOI: 10.5007/2177-5230.2008v23n45p65. Acesso em: fevereiro de 2020.

PESTANA, M.H.; GAGEIRO, J.N. **Análise de dados para ciências sociais**: a complementaridade do SPSS. 4.ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2005.

RAMOS, E.M.L.S; ALMEIDA, S.S.; ARAÚJO, A.R. (orgs.). **Segurança pública**: uma abordagem estatística e computacional. Belém: Editora Universitária EDUFPA, v.1, p.101, 2008.

RODRIGUES, J. C.; HAZEU, M. T. Projetos de infraestrutura, desastres e indicativos para novos desastres em Barcarena, Pará, Brasil. **DRd – Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 9, p. 818-838, 2019. ISSN 2237-9029.

CAPÍTULO INTEGRADOR 4 - ANÁLISE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA.

RESUMO

O processo de ocupação das cidades brasileiras desencadeou um movimento de fixação populacional em locais impróprios para ocupação, como as zonas costeiras, locais com solo frágil, onde diversas situações de risco e vulnerabilidade social e ambiental. Neste contexto, o objetivo deste estudo consiste em analisar as características de vulnerabilidades social e ambiental do município de Barcarena-Pará, a partir de dados estatísticos e cartográficos. Em relação aos dados sociais e econômicos pesquisados, a principal fonte utilizada foi o censo demográfico do IBGE referente ao ano de 2010, foi feita normalização de variáveis, análise fatorial e por conseguinte os dados gerados foram sobrepostos em um mapa. Para análise ambiental fez-se mapeamento geológico, geomorfológico, pedológico, pluviométrico e de uso do solo. Utilizou-se a técnica de álgebra de mapas para gerar o mapa de vulnerabilidade. Em uma visão geral, nota-se que o município de Barcarena possui uma deficiência explícita em Incorporar os ganhos econômicos a favor de benefícios sociais e ambientais, uma vez que quase a totalidade do município se encontra em elevada taxa de vulnerabilidade social, e mesmo as poucas localidades onde a parte social é mais favorecida, a vulnerabilidade ambiental leva a um cenário de risco elevado, principalmente nos meses mais chuvosos, o qual ocorre entre Dezembro a Maio.

Palavras-chave: Vulnerabilidade. Meio ambiente. Sociedade.

ABSTRACT

The occupation process of Brazilian cities triggered a population settlement movement in places unsuitable for occupation, such as coastal areas, places with fragile soil, where different situations of risk and social and environmental vulnerability. In this context, the objective of this study is to analyze the characteristics of social and environmental vulnerabilities in the municipality of Barcarena-Pa, using statistical and cartographic data. Regarding the social and economic data surveyed, the main source used was the demographic census of the IBGE for the year 2010, normalization of variables, factor analysis and therefore the data generated were overlaid on a map. For environmental analysis, geological, geomorphological, pedological, rainfall and land use mapping was carried out. The map algebra technique was used to generate the vulnerability map. In

an overview, it is noted that the municipality of Barcarena has an explicit deficiency in incorporating the economic gains in favor of social and environmental benefits, since almost the entire municipality is at a high rate of social vulnerability, and even the few locations where the social and most favored part, environmental vulnerability leads to a high risk scenario, especially in the rainiest months, which occurs between December to May.

Keywords: Vulnerability. Environment. Society.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer da ocupação do território brasileiro, houve um equivocado movimento de fixação populacional em locais inapropriados, como as zonas costeiras, caracterizadas por conter solos frágeis, onde incontáveis casos de risco e vulnerabilidade socioambiental podem ser observadas, como demonstram estudos que tem como foco o direito de acesso à terra urbana, nas pesquisas sobre saúde, em avaliações das condições de saneamento e acesso ao sistema de saúde, e no âmbito urbano, destacando situações de vulnerabilidade (MOURA et al., 2019).

No Brasil, a ocupação urbana exerce grave pressão no sistema natural, com grandes parcelas da população em localizações impróprias, com pouca ou nenhuma infraestrutura, com o agravante da mesma população muitas vezes não ter representatividade no contexto urbano, aumentando disparidades sociais, agravando a situação de vulnerabilidade nesses recortes espaciais, afetando as pessoas que os habitam (HUMMEL et al., 2016).

As cidades Amazônicas sofreram e ainda sofrem com a urbanização desordenada, mais precisamente o município de Barcarena, no Pará, que exemplifica isso pois apesar de haver uma economia direcionada para o setor industrial, apresenta um índice populacional rural significativo, que se aloca em torno do distrito industrial e, como reflexo, vivencia uma série de transformações relacionadas à modernização do espaço. Entretanto, neste processo não foram considerados a população tradicional e os costumes locais. Dessa forma, criou-se um urbano, mais moderno e manteve-se outro urbano ribeirinho, tradicional, no mesmo território. (CARMO; COSTA, 2016)

Barcarena recebeu desde os anos 1980 grandes projetos de portos para exportação de alumina, de gado vivo, soja, indústrias de beneficiamento de bauxita e de caulim, infraestruturas como estradas, linhões e minerodutos, com forte presença de multinacionais, por esta razão, existiu um deslocamento forçado das pessoas presentes nas áreas de entorno para instalação destas empresas (HAZEU, 2015).

A erosão é um dos principais processos envolvidos na degradação dos solos (GUERRA, 2014), o que desencadeia e até mesmo acentua problemáticas de cunhos tanto ambientais quanto sociais. O solo, é a base para o desenvolvimento econômico, e estrutura natural base aos ciclos biogeoquímicos, visto que os processos ambientais estão diretamente ligados à qualidade do solo, biodiversidade, poder econômico, infraestrutura e saúde pública.

A população de Barcarena sofre ao longo de décadas com uma série eventos socioambientais adversos como vazamento de óleo, caulim, naufrágio na vila do Conde, descarga irregular de efluentes como os igarapés Curuperé e Dendê, o que prejudica severamente a biota aquática e a potabilidade da água consumida pela população, além do extrativismo local (CRUZ; HAZEU, 2020). Ou seja, o ciclo da pobreza alimenta o da degradação ambiental e estes se retroalimentam em um ciclo vicioso, tornando a situação da vulnerabilidade socioambiental um terreno propício para sinergia de impactos negativos.

As vulnerabilidades resultam de processos sociais e mudanças ambientais, denominados como vulnerabilidade socioambiental, pois abordam estruturas socioeconômicas que produzem simultaneamente condições de vida precárias e ambientes deteriorados, transparecendo como menor capacidade de redução de riscos e baixa resiliência (FREITAS et al., 2012)

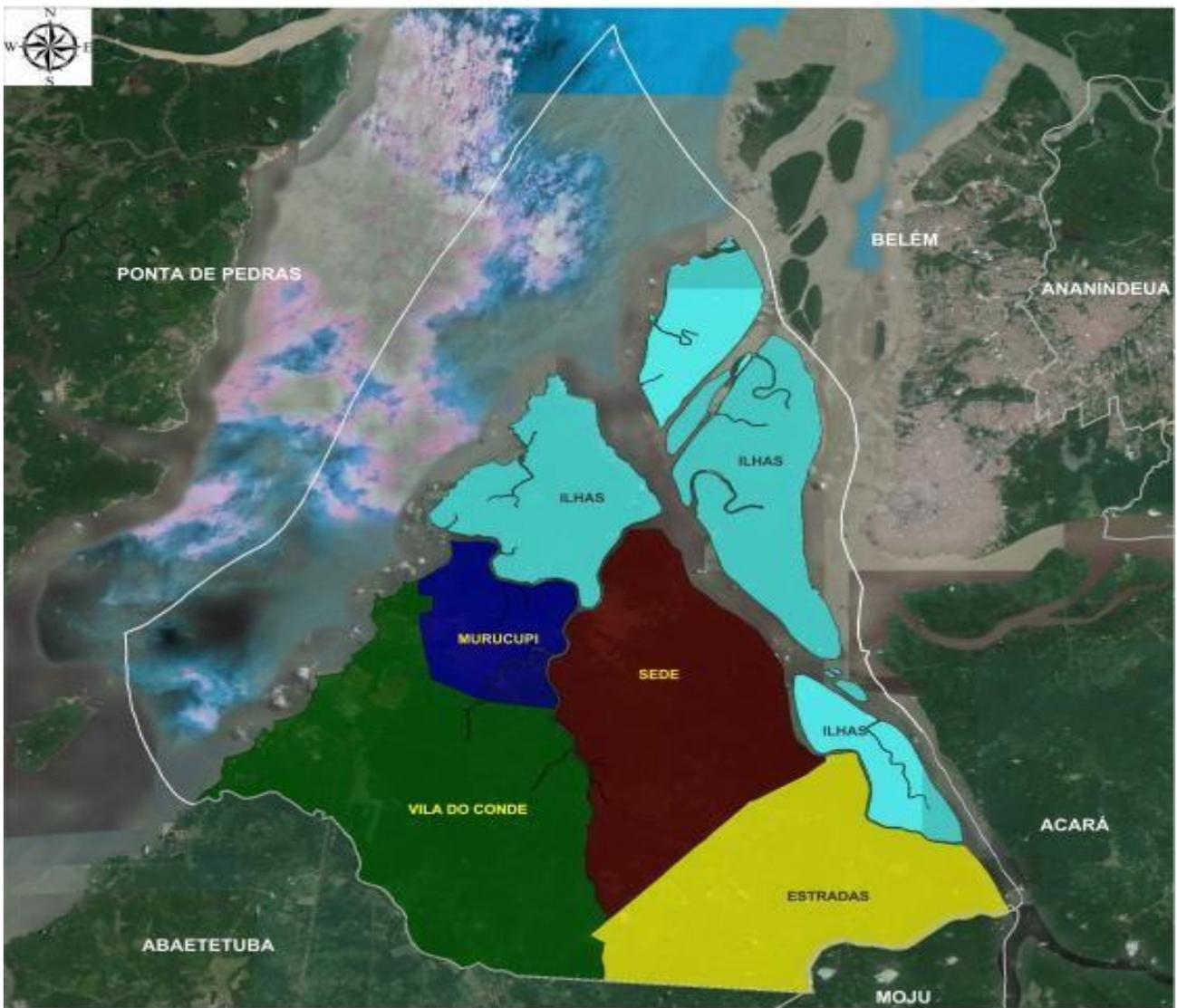
Neste contexto, a partir da análise de dados estatísticos e cartográficos, o objetivo deste estudo consiste em analisar os distintos aspectos entre vulnerabilidades social e ambiental, que são fortemente interligados na complexa relação homem e natureza no município de Barcarena-Pa

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

Barcarena está estabelecida na Mesorregião Metropolitana de Belém, no leste do Pará, na convergência dos rios Tocantins e Guamá sob as coordenadas geográficas: 01 ° 30'24"S e 48 ° 37'12"O. O clima predominante é tropical, quente e úmido; típico nas cidades Amazônicas, com temperatura média de 31,5 °C, precipitação total anual de 2.532 mm. A cidade possui 1.310,340 km² de unidade territorial e população estimada em 124.680 habitantes (IBGE, 2019). Localizada na bacia hidrográfica do rio Murucupi insere-se na sub-região Guamá-Mojú, que incorpora a região hidrográfica Costa Atlântica-Norte (LEMOS et al., 2018).

Figura 1- Localização geográfica do município de Barcarena, Pa.



Fonte: Plano diretor de Barcarena (2016).

O município de Barcarena-PA está dividido em 5 regiões administrativas: Sede, Murucupi, Estrada, Ilhas e Conde. A dinâmica urbana e rural do município de Barcarena ocorreu de forma bem distinta ao longo dos últimos anos. Essa dinâmica, em sua maior parte influenciada pela industrialização, resultou na reestruturação do espaço, alterando a paisagem urbana e rural, além de modificar as relações socioespaciais do município. Antes da inserção de um novo momento industrial no município de Barcarena, as populações tradicionais utilizavam os recursos naturais para subsistência, através do saber local e o conhecimento ecológico pescando, caçando na prática do extrativismo (CARMO; COSTA, 2016).

Atualmente sua composição florística abrange florestas secundárias em distintas fases de sucessão. A maior parcela de mata nativa foi desmatada para o estabelecimento da agricultura de subsistência. Da mesma forma, florestas de várzea, florestas inundadas, florestas de terras altas, prados arenosos e praias fluviais arenosas integram a vegetação deste território. Barcarena apresenta percentual superior a 90% de umidade. As fontes de umidade da Bacia Amazônica têm origens no Atlântico Sul e Norte, conhecida como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (SATYAMURTY; MANZI, 2013). A ZCIT carrega a umidade que mantém a Bacia Amazônica de leste a oeste ao longo do ano. A reciclagem de precipitação por evapotranspiração é de aproximadamente 33% no período mais chuvoso, com índices menores no período seco (PORFÍRIO et al., 2018).

2.2 Vulnerabilidade Social

Em relação aos dados sociais e econômicos pesquisados, a principal fonte utilizada foi o censo demográfico do IBGE referente ao ano de 2010. A base territorial empregada para o estudo da vulnerabilidade social foi em nível de setores censitários. Destaca-se que a análise de vulnerabilidade social constitui em uma ferramenta que possibilita identificar disparidades socio territoriais. Isto é possível pois esta pesquisa permite uma representação aproximada das condições de vida da população em determinado território.

Para elaborar do Índice se faz necessário escolher cuidadosamente os indicadores que serão utilizados, considerando também, a disponibilidade de dados e os critérios que possam retratar as condições socioeconômicas e os aspectos da urbanização que envolve diferentes grupos sociais. Adaptou-se os critérios de Almeida (2010), e Medeiros (2016), utilizando padronização de indicadores e Análise Fatorial, que consiste em uma técnica estatística multivariada de interdependência que busca compactar as relações observadas entre um conjunto de variáveis inter-relacionadas, na busca de fatores comuns (FÁVERO et al., 2009).

Este estudo foi realizado com base em critérios de avaliação unindo variáveis que refletem a multidimensionalidade da pobreza, que demonstram as condições precárias de desvantagem social, selecionando fatores que influenciam as condições de habitação e saneamento, precariedade no acesso à educação e situação social dos indivíduos. Dessa forma, foram selecionadas dimensões (tabelas 1 e 2), que refletem vulnerabilidade social.

Tabela 1- Dimensões e fundamentação teórica.

Dimensões	Fundamentos de determinação
Habitação e Saneamento	Localidades que possuem sistemas de esgotos, água, em caso de um desastre tendem a sofrer prejuízos. Em contra partida residências em condição de falta de saneamento tendem a sofrer com impactos de contaminação por rejeitos industriais. Fonte: (ALMEIDA, 2010).
Economia	Infere sobre a capacidade de resiliência, ou seja, de se reerguer diante de perdas rapidamente. Indivíduos economicamente favorecidos tendem a ser menos expostos. Fonte: (ALMEIDA, 2010).
Educação	A educação está diretamente ligada ao poder aquisitivo, se um indivíduo possui grau significativo de escolaridade ele não estará limitado a compreender avisos de advertência e alarmes, ele terá acesso a instrução, no caso de um evento adverso. Fonte: (ALMEIDA, 2010).
Situação Social	Mulheres, em relação aos homens possuem uma tendência maior de enfrentar dificuldades e se reerguer em casos de impactos adversos, dentre os diversos motivos estão os salários serem menores e o compromisso de precisar trabalhar e cuidar da família. Outra interface desta categoria tange aos indivíduos atingidos por acidentes tecnológicos que dependem de assistência social e indenizações. Fonte: (ALMEIDA, 2010).

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 2- Síntese dos indicadores que compõem o IVS segundo dimensões.

Habitação e Saneamento	Renda	Educação	Situação Social
Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar ou via vala ou via rio, lago ou mar ou via outro escoadouro;	Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal	Pessoas alfabetizadas de 10 a 14 anos ou 15 A 19 anos;	Domicílios particulares permanentes com 5 ou 6 ou 7 moradores;
Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade ou com outra forma de abastecimento de água;	-	-	Domicílios particulares permanentes com mulher responsável e mais quatro moradores ou com mulher responsável e mais cinco moradores ou com mulher responsável e mais de seis moradores
Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro ou jogado em rio, lago ou mar ou com outro destino do lixo;	-	-	-
Domicílios particulares permanentes sem banheiro;	-	-	-

Fonte: Elaboração do autor.

Na dimensão Habitação e Saneamento, procura-se captar deficiências relacionadas aos serviços básicos de infraestrutura, bem como questões de propriedade do domicílio. Através da dimensão “renda” busca-se compreender a situação de distribuição de renda. Os indicadores presentes na base de dados do Censo 2010 na dimensão “educação” buscam identificar lacunas no grau de escolaridade, o que ocasiona dificuldades na busca por empregos com um maior nível salarial.

Quanto à dimensão da Situação Social, procurou-se resgatar elementos ligados ao grau de dependência econômica existente no município, considerando que estes fatores podem refletir precariedades para as famílias no processo de reprodução social. Abordou-se também a densidade domiciliar que podem prejudicar o bem-estar da família.

Primeiramente, fez-se um teste de normalidade para identificação de *outliers* (valores discrepantes). Em seguida, uma matriz de correlação, na qual a maior parte das correlações devem ter valores iguais ou maiores que 0.3 cuja as correlações são obtidas a partir de

$$r_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}}$$

Fez-se Análise Fatorial para construir o Índice de Vulnerabilidade Social e para verificar o ajuste da AF é preciso analisar a estatística de Kaiser-Meyer-Olkin, cujos valores variam de 0 a 1, e, quanto mais próximo a 1, seu valor se adequa a utilização da técnica (MAROCO, 2007). A classificação do valor de KMO é apresentado na Tabela 3 (PESTANA; GAGEIRO, 2005; FÁVERO et al., 2009).

Tabela 3 – Classificação da Análise Fatorial pela Estatística KMO.

Valor de KMO	Recomendação à AF	
0,90	1,00	Excelente
0,80	0,90	Boa
0,70	0,80	Média
0,60	0,70	Razoável
0,50	0,60	Mau mas ainda aceitável
0,00	0,50	Inaceitável

Fonte: (PESTANA; GAGEIRO, 2005); Fávero et al. (2009).

Após análise estatística no software SPSS, inseriu-se os dados no software ArcGis 10.5, para visualização da espacialização da vulnerabilidade social

Diante da adequação dos dados para a aplicação da técnica multivariada, é realizado o teste de esfericidade de Bartlett o qual avalia se a matriz de correlação é igual a matriz identidade e a análise da matriz anti-imagem, em que indica por meio da Medida de Adequação da Amostra (MAA) se a variável em estudo é apropriada para a utilização da técnica, ou seja, quanto mais próximo de 1 for o valor do MAA, mais adequada para a aplicação, valores iguais ou superiores a 0,5 de MAA, indicam que a variável é importante na construção dos índices (fatores).

Para determinar a quantidade de fatores extraídos, isto é, quantidade equações necessárias a construção dos índices, utiliza-se o critério de Kaiser, em que se determina os fatores que

apresentam autovalores maiores a 1, os demais são descartados da análise. Os fatores extraídos, posteriormente são rotacionados por meio do método Varimax, para que cada fator possa maximizar a informação de cada variável utilizada na construção dos índices.

Para calcular os escores de cada Setor Censitário (SC) são multiplicados os valores individuais de cada pergunta pelos Escores Fatoriais (Tabela 3). Para facilitar a interpretação dos índices é realizada uma padronização dos valores obtidos, para que os mesmos pudessem ser avaliados em uma escala de 0 a 1 ou 0 a 100%. Neste caso, o *i-ésimo* valor padronizado de um índice, é obtido por

$$FP_i = \left(\frac{F_i - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \right);$$

onde, F_i é o escore do *i-ésimo* professor e F_{min} e F_{max} são, respectivamente, os valores mínimo e máximo observados para os escores fatoriais associados a cada professor.

Para realização da Análise Fatorial foi utilizado o software SPSS, versão 24.0.

2.3 Mapeamento da Vulnerabilidade Ambiental

Para o mapeamento dos sistemas ambientais recorreu-se ao uso de análise cartográfica com dados do do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) na escala de mapeamento de 1:250.000, que disponibiliza arquivos no formato shapefile com dados no que concerne as feições geológicas, geomorfológicas e pedológicas do território, através do site <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas>. Os dados de precipitação que configuram o quesito “clima” foram extraídos da plataforma CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station) com série temporal anual de precipitação 1989/2019 incorporando imagens de satélite de resolução de 0,05° com dados de estação pluviométricas para criar séries temporais de pluviometria em grade, disponível em <ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0/>. Os dados para o município de Barcarena foram processados no software QGIS 3.10 e separado nas quatro estações meteorológicas: primavera, verão, outono e inverno. Os dados de uso e ocupação da terra foram extraídos do projeto Terra Class-INPE. Todos os dados cartográficos mencionados foram inseridos no programa ArcGis10.5, pontuados de 1 a 3 conforme o grau de suscetibilidade a erosão e posteriormente, convertidos para o formato raster.

Visando avaliar a vulnerabilidade dos sistemas ambientais divididos de acordo com a variabilidade sazonal, recorreu-se à análise ecodinâmica com base em critérios estabelecidos por Tricart (1977), os quais foram adaptados por Crepai et al. (2001) para realização da álgebra de mapas, uma técnica que cruza rasters de modo a identificar recortes espaciais suscetíveis a erosão.

Fez-se Deste modo, considerando-se às condições de morfogênese e pedogênese dos sistemas ambientais, foram definidas 6 categorias de unidades de intervenção, representadas pelas classes de vulnerabilidade, Estável, Moderadamente estável, Medianamente estável /vulnerável, Moderadamente vulnerável e Vulnerável descritas a seguir separadas em 3 grupos: Vulnerável: Correspondem aos sistemas ambientais com ecodinâmica instável e fortemente instável. A definição dessas áreas considera a capacidade de suporte dos sistemas ambientais associada aos processos inadequados de uso e ocupação da terra.

Medianamente estável /vulnerável, Moderadamente vulnerável: Consistem nos sistemas ambientais com ecodinâmica de ambientes de transição, onde há frágil equilíbrio entre as condições de morfogênese e pedogênese. Esses ambientes podem ser influenciados pelas atividades socioeconômicas e por isso requerem critérios específicos de uso e ocupação da terra para que o equilíbrio ambiental não seja alterado.

Estável, Moderadamente estável: São representadas pelos ambientes em equilíbrio, onde a estabilidade morfogenética prevalece. Essas áreas não apresentam maiores problemas ambientais para o desenvolvimento de atividades humanas, desde que estabelecidos normas e critérios de saneamento ambiental, manutenção da infiltração do solo, não favorecendo a ocorrência de inundações e alagamentos. Com o enquadramento dos sistemas em determinada categoria de meio ecodinâmico, viabiliza-se a possibilidade de destacar o grau de vulnerabilidade do ambiente, gerando subsídios para o planejamento territorial no âmbito do desenvolvimento sustentável.

2.4 Vulnerabilidade Socioambiental

Fez-se análise integrada entre os mapas de vulnerabilidade ambiental e social, podendo-se localizar as áreas no município onde se situam a população mais vulnerável socialmente e ainda sofrem maiores riscos de erosão por ocuparem lugares com vulnerabilidade ambiental. A análise da vulnerabilidade socioambiental é uma importante ferramenta de planejamento do territorial, por possibilitar a identificação de áreas que necessitam de intervenção de políticas públicas para a conservação da natureza e para a elevação do bem-estar populacional.

Desta forma, pode-se identificar ameaças presentes nas abordagens temáticas (social e ambiental) em Barcarena. Por esta razão, a partir da definição da vulnerabilidade são gerados e aprofundados importantes contribuições de análise dos possíveis efeitos causados pelos riscos presentes em um determinado território.

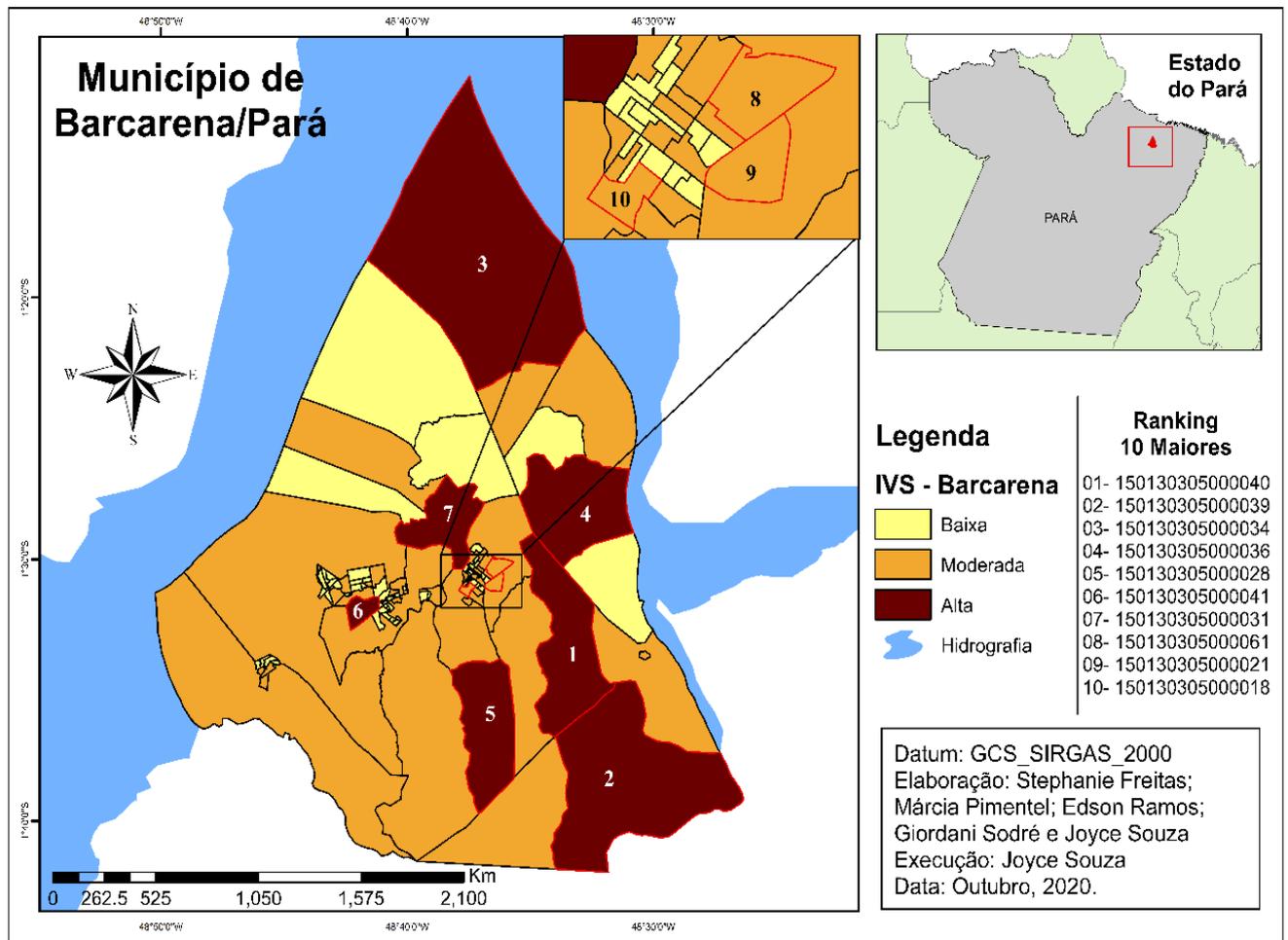
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da vulnerabilidade social, de forma espacial, apresenta a informação fundamental para a compreensão das desigualdades e consequentes riscos socioambientais que parte da população do município de Barcarena está sujeita.

Como pode ser observado na Figura 1 a maior parte do território de Barcarena se encontra entre uma vulnerabilidade social moderada e/ou alta. Nota-se que as áreas com índice de vulnerabilidade social mais elevados estão fora do núcleo urbano, fator que indica uma concentração maior de recursos na sede municipal e que a população que vive nas zonas rurais, a qual pressupõe-se sejam formadas em sua maior parte pequenos produtores e ribeirinhos, não participam de forma satisfatória da distribuição da renda produzida pela exportação dos produtos minerais e agrícolas, base principal da economia do município de Barcarena.

Somando a vulnerabilidade social, que já é bastante prejudicial para a população local, grande parte destas áreas também sofrem com a vulnerabilidade ambiental, ou seja, além de não possuírem acesso aos serviços básicos, ainda estão mais sujeitas as variações das intempéries do clima, como: enchentes, alagamentos, assoreamentos e erosões.

Figura 1- Vulnerabilidade Social



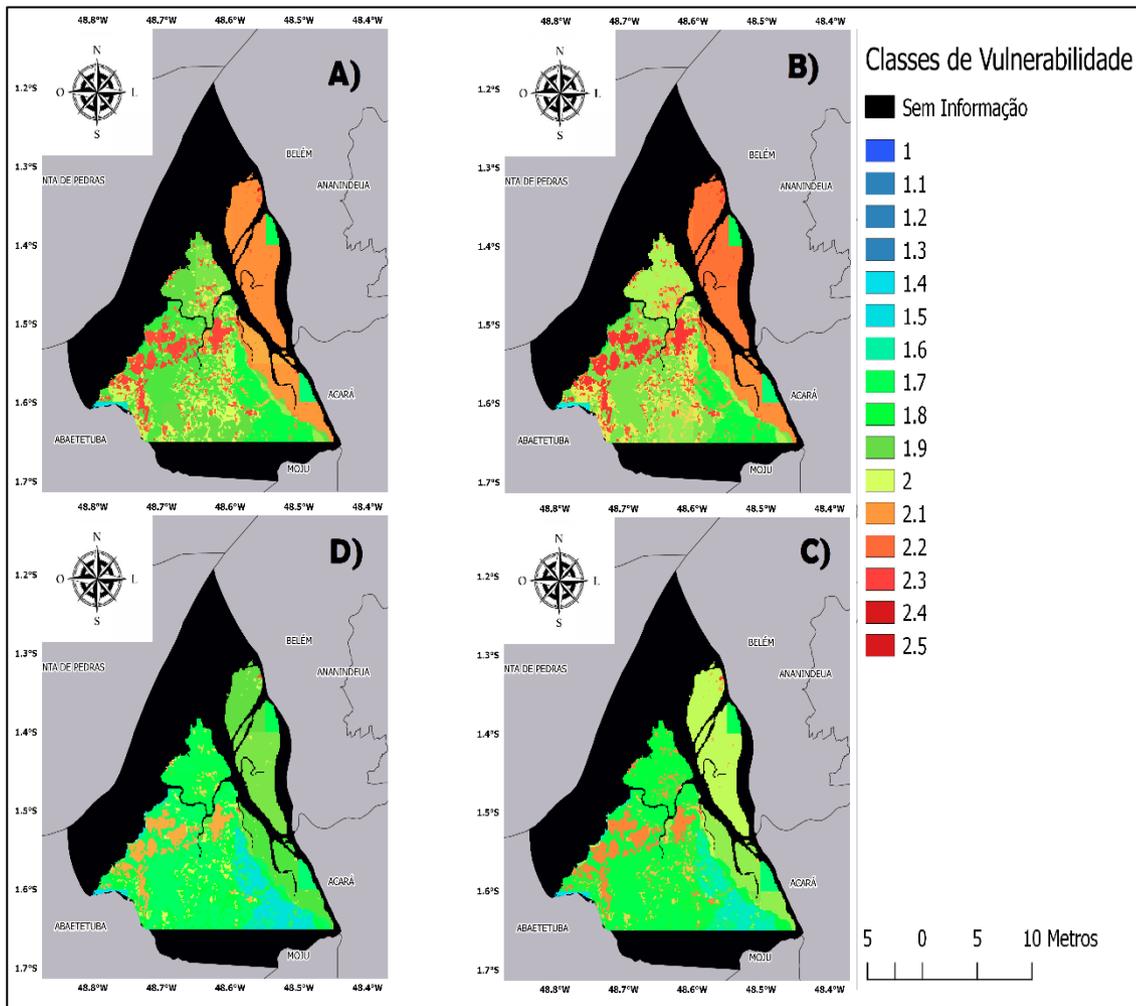
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Estas características podem ser observadas ao analisar a Figura 2, na qual foi proposta uma divisão de períodos sazonais (estações do ano) para melhor detalhar a interação entre as vulnerabilidades social e ambiental.

Na Figura 2:a) observa-se o período de verão do hemisfério sul (HS) que se estende entre os meses de Dezembro a Fevereiro, a vulnerabilidade ambiental e provocada principalmente pelas chuvas intensas que elevam o risco de desastres naturais em grande parte do município de Barcarena, risco que eleva-se na estação do outono do HS, que ocorre entre os meses de Março a Maio (Figura 2:b) , neste período a vulnerabilidade ambiental torna-se mais significativa e atinge a maior parte do território do município. Com o início do período de inverno do HS, período menos chuvoso da Amazônia, nota-se a redução significativa da vulnerabilidade ambiental, o risco se mantém estável somente na sede municipal. E no período da primavera (setembro a novembro), que

marca o fim do período menos chuvoso, apresenta a menor taxa de vulnerabilidade ambiental, restringindo a mesma somente próximo a sede municipal e em valores bem mais baixos do que apresentados nos períodos mais chuvosos.

Figura 2- Vulnerabilidade Ambiental



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A partir da visualização da vulnerabilidade social e ambiental, pode-se analisar as mesmas em conjunto traçando um paralelo entre essas duas variáveis. Como a vulnerabilidade social não pode ser medida sazonalmente como a ambiental, pressupõe-se que essa condição seja contínua ao longo do período de estudo minimizando ou agravando-se de forma sazonal devido as intempéries ambientais. Na tabela 4, é possível visualizar a variabilidade dos índices sociais e ambientais no ranking dos 10 setores censitários, destacados na figura 1 alvos desta pesquisa.

Tabela 4- Variabilidade dos Índices nos Setores Censitários.

Setor Censitário	Índice Social	Índice Ambiental			
		VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
1	ALTO	2.1	2.2	2	1.7
2	ALTO	2.1	2.2	1.6	1.5
3	ALTO	2.1	2.2	2	1.9
4	ALTO	2.1	2.2	2	1.9
5	ALTO	2.4	2.4	2.1	2
6	ALTO	2.5	2.5	2.2	2.1
7	ALTO	2	2	1.7	1.8
8	MODERADO	2.4	2.5	2.2	2.1
9	MODERADO	2.4	2.5	2.2	2.1
10	MODERADO	2.4	2.5	2.2	2.1

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Comparando os setores censitários e a variação dos índices de vulnerabilidade, observa-se que o setor (2) é o que sofre o menor impacto, apesar de apresentar vulnerabilidade social alta, os índices de vulnerabilidade ambiental são os mais baixos, condição que indica uma menor suscetibilidade em relação a danos ambientais. Já o setor (6) que faz parte da macrozona urbana especial de interesse industrial é o com maior risco observado, pois além de apresentar alta vulnerabilidade social os índices ambientais também são os mais elevados para todos os períodos sazonais, tornando está a área de maior vulnerabilidade socioambiental entre os setores alvos deste estudo, que, segundo o Plano Diretor Municipal (2016) esta área está localizada em um território em que há uso predominantemente industrial em especial com indústria de médio e grande porte ou indústrias de base e correlatas, por indústrias de impacto ambiental significativo, ou seja, neste recorte espacial está propenso a sinergia de impactos, como por exemplo, problemas de contaminação industrial, somados aos índices pluviométricos mais elevados que acarreta processos erosivos e eventos sociais adversos.

Existe muita preocupação pelo sinergismo de impactos, pois além do risco de erosão e desvantagens sociais, a tabela 5 mostra como, ao longo dos anos, devido à dificuldade em fiscalização dos órgãos competentes e por negligência das indústrias, ocorreram diversos eventos adversos que culminaram em poluição atmosférica, contaminação do solo, os lençóis freáticos, o corpo hídrico, afetando espécies da fauna existente na região e principalmente, desestruturando a vida biótica tradicional nos entornos do distrito industrial de barcarena.

Tabela 5- Eventos adversos socioambientais 2000-2018.

Tipo de Empresa	Número de desastres	Tipo
Mineradora	7	Fuligem, lama vermelha e soda cáustica
Caulim	10	Fuligem e caulim
Navios (Empresas Diversas)	3	Óleo, soja e gado

Fonte: Hazeu (2016).

A tabela acima reflete pesquisas, como a de 2019, em que um estudo baseado em exames de sangue da população do território do Conde apresentou alarmantes dados em relação à presença de um elemento extremamente tóxico para seres humanos, o Cádmio. Conforme as conclusões, os níveis de Cádmio foram significativamente maiores nos residentes do bairro Industrial em comparação com os da área de controle sem atividade industrial. A atuação e permanência das comunidades do Rio Dendê expressam resistência e luta pela defesa dos seus territórios de água, fundamentais para as necessidades humanas e também para as representações simbólicas, como a identidade de ribeirinhos (as) e pescadores (as) e um caminho de pensar outra base societária. (NAKA et al., 2020).

No estudo de Medeiros e Souza (2016); também podem ser observadas em diversas áreas da cidade da cidade de Caucaia-CE já conhecidas por exibir suscetibilidade ambiental, as quais obtiveram valores de vulnerabilidade social elevada. A pesquisa de Medeiros e Almeida (2015); no município de Natal-RN e Almeida (2010) em Fortaleza-CE, também apresentou resultados semelhantes ou seja, isto é uma realidade corriqueira e preocupante no cenário brasileiro.

Em uma visão geral da tabela 1, nota-se que o município de Barcarena possui uma deficiência explícita em incorporar os ganhos econômicos a favor de benefícios sociais e ambientais, uma vez que quase a totalidade do município se encontra em elevada taxa de vulnerabilidade social, e mesmo as poucas localidades onde a área social é mais favorecida, a vulnerabilidade ambiental leva a um cenário de risco elevado, principalmente nos meses mais chuvosos, o qual ocorre entre Dezembro a Maio. É imprescindível incluir os impactos cumulativos na agenda de tomada de decisão do planejamento territorial de Barcarena (GALLARDO et al., 2017).

4. CONCLUSÃO

Desde a ocupação à implementação de grandes projetos da década de 1980 aos dias atuais; diante de um histórico de crescimento distorcido, que estabeleceu um ambiente de desigualdades e consequente suscetibilidade, as relações socioambientais em Barcarena-Pará tornaram-se extremamente frágeis.

Podemos observar isto através dos mapas gerados nesta pesquisa, que nos mostrou a fragilidade ambiental das ilhas, zona rural, sede do município e vilas (cabanos, conde, tupanema); conforme as estações meteorológicas

Dada a importância de discutir impactos cumulativos associados as diferentes abordagens de vulnerabilidade, este estudo buscou mapear recortes espaciais vulneráveis no município, por meio de análise estatística e geoprocessamento nota-se que o município de Barcarena possui uma deficiência explícita em incorporar os ganhos econômicos em favor de benefícios sociais e ambientais, uma vez que quase a totalidade do município se encontra em elevada taxa de vulnerabilidade social, e mesmo as poucas localidades onde a parte social é mais favorecida, a vulnerabilidade ambiental leva a um cenário de risco elevado, principalmente nos meses mais chuvosos, o qual ocorre entre Dezembro a Maio.

Percebemos com a metodologia abordada neste estudo, como se faz necessário mapeamento de vulnerabilidade sob pontos de vistas tanto ambientais quanto sociais, pontos estes que quando juntos, apresentam um panorama mais claro para que se possa visualizar as desigualdades, fragilidades e suscetibilidades dentro do município. Pesquisas nesta linha são imprescindíveis para o planejamento socioambiental, intervenção através de políticas públicas, prevenção e até mesmo ação na ocorrência de eventos adversos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos**: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. 278f. Tese (Doutorado) - Departamento de Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

CARMO, M.B.S; COSTA, S.M.F. Os paradoxos entre os municípios no município de Barcarena, Pará. **Revista Urbe**, v. 8, n. 3 p. 291-305, 2016.

CRUZ, J. N.; HAZEU, M.T. Água em estado vivo: conflito socioambiental e r-existência em torno do rio Dendê, Barcarena, Pará. **Revista de Políticas Públicas**, v. 24, n. 1, P. 28-48, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.18764/2178-286>.

GALLARDO, A. L. C. F.; SILVA, J. C. da; GAUDERETO, G. L.; SOZINHO, D. W. F. A avaliação de impactos cumulativos no planejamento ambiental de hidrelétricas na bacia do rio Teles Pires (região amazônica). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 43, Edição Especial, p. 22-47, 2017. DOI: 10.5380/dma.v43i0.53818. Acesso em: outubro de 2020.

GUERRA, A. J. T. Degradação dos solos – conceitos e temas. *In*: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. (org.). **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 15 – 51.

HAZEU, M. T. **O não lugar do outro: sistemas migratórios e transformações sociais em Barcarena**. 2015. 335 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

MEDEIROS, M. D.; ALMEIDA, L. Q. de. Vulnerabilidade Socioambiental no município de Natal, RN, BR. **REDE- Revista Eletrônica do ProdeMa**, v. 9, p. 65-79, 2015.

MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M. J. N. Metodologia para mapeamento da Vulnerabilidade Socioambiental: Caso do município de Caucaia, Estado do Ceará. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 10, n. 1. ISSN 1982-5528, 2016.

MOURA, Edilberto Nunes; FRENZEL, Ariadne Stradiotto; MOURA, Isabela Ignácio de. Inundações no meio urbano e vulnerabilidade social: estudo de caso em Curitiba, Brasil. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 2, p. 122-142, ISSN 1982-6745, 2019. doi.org/10.17058/redes.v24i2.13251. Acesso em: maio de 2020.

HUMMEL, B. L.; CUTTER, S. L.; EMRICH, C. T. Social vulnerability to natural hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, Pequim, v.7, n.2, p.111-122, jun. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Cidades-Barcarena**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/barcarena>. Acesso em: 19 nov. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA -INMET. **Dados meteorológicos da estação da cidade de Belém-PA**. Disponível em: Acesso em: 18 mar. 2019.

FREITAS C. M.; CARVALHO M. L.; GOMES J. O. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência - lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na região serrana, Brasil. **Ciencia e Saude Coletiva**, v.17, n.6, p.1577-1586, 2012. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600021>. Acesso em: julho de 2020.

LE MOS, M.; PIMENTEL, M.; ROCHA, E. Balsas de residuos minerales y los impactos sociales y ambientales em Barcarena-Pa. **Caminhos de Geografia**, v. 18 n.64p. 413–425, 2017.

NAKA, K.S. *et al.* A comparative study of cadmium levels in blood from exposed populations in an industrial area of the Amazon, Brazil. **Science of the total environment**, n.1, v.698, 2020. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134309. Acesso em: dezembro de 2020.

PLANO DIRETOR MUNICIPAL. Lei complementar municipal Nº 49/2016, de 17 de outubro de 2016. Aprova a política de Gestão e Desenvolvimento Territorial e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Barcarena -PA, e dá outras providências. Barcarena, 2016.

PORFÍRIO, D. M.; MONTEIRO, L. R.; COSTA, M. L.da. Rainwater geochemistry inside the Barcarena power station at the mouth of the Tocantins river. **Environmental Technology**, United Kingdom, v. 39, n. 3, p. 1-44, 2018.

SATYAMURTY, P.; COSTA, C. P. W. da; MANZI, A. O. Moisture source for the Amazon Basin: a study of contrasting years. **Theoretical and Applied Climatology**, v.111, n.1, p. 195-209, 2013.

5. CONCLUSÃO GERAL

Este estudo foi construído através de uma base bibliográfica a respeito do contexto histórico do município de Barcarena. De forma que os objetivos desta pesquisa incluam análises de vulnerabilidades ambientais e sociais e por fim, uma análise integradora no ponto de vista socioambiental. A partir deste ponto percebemos que por se tratar de uma zona costeira naturalmente vulnerável, existem episódios de processos erosivos no município e levantamos a hipótese de que variáveis ambientais e socioeconômicas interferem diretamente no estado de vulnerabilidade do município, pressupondo que através da análise de dados de suscetibilidade ambiental e social, os processos erosivos tem contribuído efetivamente para a coexistência de recortes espaciais vulneráveis ambiental e socialmente.

Com o desenvolvimento da metodologia de Crepani et al. (2001) podemos observar a interferência sazonal presente em Barcarena, visto que 18.7% do município é moderadamente vulnerável no verão e inverno, comprovando que o clima é um dos principais fatores de acentuação da erosão. De forma geral nas quatro estações meteorológicas no município mais de 70% da unidade mapeada é medianamente estável/vulnerável, prevalecendo o equilíbrio entre morfogênese e pedogênese. Contudo, em todas as estações a zona portuária-industrial e urbana apresentam maior exposição com relação as demais áreas; desta forma recomenda-se uma atenção redobrada de todas as esferas de governo, iniciativa privada e sociedade civil no controle e monitoramento destas unidades de paisagem.

O estudo de Vulnerabilidade Social aliou a técnica de Análise fatorial no software SPSS 24.0 e o uso de geoprocessamento para confecção do mapa, em que notamos que a grande maioria do território encontra-se em situação de vulnerabilidade moderada e alta. E ressaltou o fato de que Barcarena é uma cidade em que o PIB e IDH são contraditórios quando comparados entre si. Além de apresentar a diferença sociais de um distrito planejado (Vila dos Cabanos) e um não planejado (sede de Barcarena) disparidades essas que são refletidas através de mazelas sociais.

Ressalta-se a significância do uso de ferramentas integradas como estatísticas aliadas ao geoprocessamento como instrumentos para o planejamento de municípios que carecem de políticas sociambientais eficazes. Foi possível comprovar que a cartografia é um instrumento claramente eficaz e com um custo baixo para visualização de disparidades. Neste estudo, fica evidente que o município carece de uma gestão integrada, que dê a devida importância a que o meio ambiente e o sistema social requer. Para a cidade de Barcarena, este acervo cartográfico serve como um alerta e valioso para políticas socioeconômicas e posteriormente, no desenvolvimento de planos de prevenção de eventos adversos dentro do município.

Portanto, no momento em que analisamos de forma conjunta fragilidades sociais e ambientais comprovamos a hipótese inicial de que os processos erosivos podem estar contribuindo para o contínuo agravamento das condições socioambientais, uma vez que a vulnerabilidade decorrente deste efeito pode tornar as localidades mais suscetíveis a eventos adversos no principal núcleo econômico do município de Barcarena.

REFERÊNCIAS

- AGENCIA PARÁ (SECOM). **Defesa Civil isola área de erosão na Praia do Caripi, em Barcarena**. Matéria Jornalística, 2015. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/9365/>. Acesso em maio de 2020.
- ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos**: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. 278f Tese (Doutorado) - Departamento de Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
- BIRKMANN, J.; KIENBERGER, S.; ALEXANDER, D. E. Introduction vulnerability: a key determinant of risk and its importance for risk management and sustainability. **Assessment of Vulnerability to Natural Hazards**, v.4, n.2, p.30-50, 2014.
- CABRAL, L. N., CÂNDIDO, G. A. Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões e causa e efeito. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.11 n.2, p. 35-50, 2019.
- CARMO, M.B.S; COSTA, S.M.F. Os paradoxos entre os municípios no município de Barcarena, Pará. **Revista Urbe**, v. 8, n. 3 p. 291-305, 2016.
- CARDONA, O.D.; van AALST, M. K.; BIRKMANN, J.; FORDHAM, M.; Mc GREGOR, G.; PEREZ, R.; PULWARTY, R. S.; SCHIPPER, E. L. F.; SINH, B.T. Determinants of risk: exposure and vulnerability. *In*: [FIELD, C.B.; BARROS, V.; STOCKER, T.F.; QIN, D.; DOKKEN, D.J. ; EBI, K.L ; MASTRANDREA, M.D. ; MACH, K.J.; PLATTNER, G.-K. ; ALLEN, S.K. ; TIGNOR, M. ;MIDGLEY, P.M. (eds.)]. **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, UK, and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2012. p. 65-108.
- CAVALCANTE, R. B.; FERREIRA, D. B. S.; PONTES, P. R. M.; TEDESCHI, R. G.; COSTA, C. P. W. da; SOUZA, E. B. de. Evaluation of extreme rainfall indices from CHIRPS precipitation estimates over the Brazilian Amazonia. **Atmospheric Research**, v. 238, p. 104-179, 2020.
- CREPANI, E. M.; MEDEIROS, J. S. de; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, 2001. 124 p.
- DALY, H. E. Crescimento sustentável? Não, obrigado. **Ambiente & Sociedade**, v.7 n. 2, p. 197–202, 2004.
- DAWSON, T.P., JACKSON S.T.; HOUSE J.I., PRENTICE C.I. and , MACE G.M.: Beyond predictions: Biodiversity conservation in a changing climate. **Science**, v. 332, n.53, p.45-58, 2011.
- DÉCAMPS, H. (ed). **Événements climatiques extrêmes**: réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux. Paris, France, Institut de France, Académie des Sciences, 2010. 194 p.
- DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba**. 2004. xviii, 155+21np. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, UFPR, Curitiba – PR, 2004.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7j02wx7ha087apz2c3xd0do.html. Acesso em: fev. 2020

FIORINO, D.J. Explaining national environmental performance: Approaches, evidence, and implications. **Policy Sciences**, v.44, n.4, p.367-389, 2011.

GENTILI, J.O.; FERNANDEZ, M.E.; CAMPO, A.M. Vulnerability in Bahía Blanca. Estimating technology-related risks. **International Journal of Disaster Risk Reduction, Science Direct**, v.12, n.2, p. 46-60, 2018.

GONÇALVES, E. O. **Análise espacial da vulnerabilidade socioambiental no município de Russas-Ceará**. 2018. 103f. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Programa de Pós Graduação em Geografia-PPGEO, 2018.

GUPTA, J.; VEGELIN, C. Sustainable development goals and inclusive development. **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, v.16 n.3, p.433–448, 2016.

HASAN, M.; ISLAM, A.; HASAN, M.A.; ALAM, J.; PEAS, M.H., Groundwater vulnerability assessment in Savar upazila of Dhaka district, Bangladesh — A GIS-based DRASTIC modeling. **Groundwater for Sustainable Development.**, v.6 n.2, p.31-45, 2019.

HERRERA, J.A; MIRANDA NETO, J.Q.de; MOREIRA, R.P. Integração e estruturação do território Amazônico como consequência da expansão capitalista no Brasil. **Boletim Geográfico**, v. 31, n. 2, p. 19-36, 2013.

IGAWA, T.; MACIEL, M. Vulnerabilidade natural à perda de solo na bacia hidrográfica do rio Marapanim, Nordeste Paraense. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15 n.27 p. 167-18, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Cidades-** Barcarena. 2012. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/barcarena>. Acesso em: 24 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Geodados. 2012. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/unidades_da_federacao/pa_geo_morfologia.pdf. Acesso em: Dezembro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Geodados. 2012. Disponível em: <http://www.geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/>. Acesso em: Dezembro de 2019.

INSTITUTO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO NO BRASIL- IEB. **Quase 5 mil pessoas já receberam indenizações individuais pelo naufrágio do navio Haidar em Barcarena**. Matéria Jornalística, 2019. Disponível em: <https://ieib.org.br/quase-5-mil-pessoas-ja-receberam-indenizacoes-individuais-pelo-naufragio-do-navio-haidar-em-barcarena/>. Acesso em maio de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS -INPE. Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira com alta resolução espacial utilizando dados Landsat-8 /TM e MODIS. São José dos Campos, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Projeto TERRA CLASS**. 2014. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: Dezembro de 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. **A Special Report of Working Groups I and II of the IPCC**. Cambridge: Cambridge University Press, 582 p., 2012.

LEMOS, M.; PIMENTEL, M.; ROCHA, E. Balsas de resíduos minerais y los impactos sociales y ambientales em Barcarena-Pa. **Caminhos de Geografia**, v. 18 n.64p. 413–425, 2017.

LEFF, E. Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo de saberes. **Educação & Realidade**, v.34 n.3, p.17–24, 2009.

LEFF, E. Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. **Olhar de Professor**, v.14, n.2 p.309–335, 2011.

LEFF, E. Political ecology: a Latin American perspective. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.35, n.1 2015.

LEFF, E. Sustentabilidad y racionalidad ambiental: Hacia “otro” programa de sociología ambiental. **Revista Mexicana de Sociología**, v.73 n.1, p.5–46, 2011.

LEAL, J.; AQUINO, C. M.; AQUINO, R. P.; VALLADARES, G. Vulnerabilidade ambiental no município de São Miguel do Tapuio, Piauí: bases para o ordenamento territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12 n.2, p.608–621, 2019.

LOPES, M. S.; SALDANHA, D. L. Análise de vulnerabilidade natural à erosão como subsídio ao planejamento ambiental do oeste da bacia hidrográfica do rio Camaquã-RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 9, p.89-119, 2016.

MEDEIROS, M. D.; ALMEIDA, L. Q. de. Vulnerabilidade socioambiental no município de Natal, RN, Br. **REDE- Revista Eletrônica do ProdeMa** , v. 9, p. 65-79, 2015.

MEDEIROS, Adaelson Campelo; LIMA, Marcelo de Oliveira; GUIMARAES, Raphael Mendonça. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciênc. Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 695-708, Mar. 2016. DOI <https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.26572015>. Acesso em: ?????.

MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M. J. N. Metodologia para mapeamento da Vulnerabilidade Socioambiental: caso do município de Caucaia, Estado do Ceará. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 10, n. 1. ISSN 1982-5528, 2016. Acesso em: ?????.

MARCHEZINI, V.; IWAMA, A. Y.; MAGALHÃES DE ANDRADE, M. R.; TRAJBER, R.; ROCHA, I.; OLIVATO, D. Geotecnologias para prevenção de riscos de desastres: Usos e potencialidades dos mapeamentos participativos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 1, p. 22-40, 2017

MOLDAN, B., JANOUSKOVÁ, S. & HÁK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, v.17, n.2 p. 4–13, 2012.

NASCIMENTO, N. S. F.; HAZEU, M. T. Grandes empreendimentos e contradições sociais na Amazônia: a degradação da vida no município de Barcarena, Pará. **Argumentum**, v. 7, n. 2, p. 288-301, 2015.

PLANO DIRETOR MUNICIPAL. Lei complementar municipal N° 49/2016, de 17 de outubro de 2016. Aprova a política de Gestão e Desenvolvimento Territorial e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Barcarena -PA, e dá outras providências. Barcarena, 2016.

RASCH, R. J. Assessing urban vulnerability to flood hazard in Brazilian municipalities. **Environment and Urbanization**, v. 28 n1, p145–168, 2016.

ROCHEDO, P. R. R.; SOARES-FILHO, B.; SCHAEFFER, R.; VIOLA, E.; SZKLO, A.; LUCENA, A. F. P.; RATHMANN R. The threat of political bargaining to climate mitigation in Brazil. **Nature Climate Change**, v.8, n.2, p.695–698, 2018.

PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; MEUSBURGER, K.; Yu, B.; KLIK, A.; LIM, K. J.; BALLABIO, C. Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. **Scientific Reports**, v.7 n.1, p.32-45, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARCARENA-PA. **Prefeitura inicia reparos na orla da Fazendinha**, 2020. Disponível em:<https://barcarena.pa.gov.br/portal/noticia?id=1730&url=prefeitura-inicia-reparos-na-orla-da-fazendinha>. Acesso em: maio de 2020.

PORFÍRIO, D. M.; MONTEIRO, L. R.; COSTA, M. L. da. Rainwater geochemistry inside the Barcarena power station at the mouth of the Tocantins river. **Environmental Technology**, v. 39, n. 3, p. 1-44, 2018.

KERGUILLEC, R., AUDERE, M., BALTZER, A., DEBAINE, F., FATTAL, P., JUIGNER, M., ROLLO, N. Monitoring and management of coastal hazards: Creation of a regional observatory of coastal erosion and storm surges in the pays de la Loire region (Atlantic coast, France). **Ocean & Coastal Management**. v.13, n.1, p.61-81, 2019.

ROSTAM, K.; JALI, M.F.M.; TORIMAN, M. E. Impacts of globalisation on economic change and metropolitan growth in Malaysia: **Some Regional Implications**. **Social**, v.5: p. 293-301, 2010

SANTOS, P. T.; MARTINS, A. P. Análise da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Claro (GO) utilizando geotecnologias. **Journal Geography Department University of Sao Paulo**, v. 36, n.2, p.155–170, 2018.

SILVA, S. F.; HAZEU, M. T. O complexo industrial-portuário em Barcarena e a saúde de comunidades tradicionais na Amazônia brasileira. **O Social em Questão**. n.5 n.4, p 171 – 194, 2019.

SILVA, S. H.; NODA, S. N. The effects on Amazon floodplains of the dynamics between the water and land. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.11, n.2, p.377-398, 2016.

SIWAR, C.; AHMED, F.; BASHAWIR, A.; MIA, M. S. Urbanization and Urban Poverty in Malaysia: Consequences and Vulnerability. **Journal of Applied Sciences**, v.16 n.4, p.154–160, 2016.

SRINIVASAN, V.; SETO; K. C.; EMERSON, R.; GORELICK, S. M. The impact of urbanization on water vulnerability: A coupled human-environment system approach for Chennai, India. **Global Environmental Change**, v.23 n.1 p.229–239, 2013.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91 p.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION- UNISDR. **Global assessment report on disaster risk reduction: risk and poverty in a changing climate.** Geneva: Switzerland, 2009.

APÊNDICE A- CONSTRUÇÃO ESTATÍSTICA

Tabela 1 - Valores Brutos das Variáveis, por Setor Censitário.
(continua)

Setor Censitário	Valores Brutos das Variáveis							
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
150130310000001	214	129	2	0	72	44	219	28
150130310000002	309	108	19	0	98	40	292	45
150130310000003	295	154	34	0	100	51	298	32
150130310000004	205	50	12	2	66	72	182	44
150130310000005	152	24	12	0	33	24	182	15
150130310000006	356	129	58	0	103	78	249	60
150130310000007	89	67	108	0	66	21	171	21
150130310000008	0	0	0	0	33	0	150	18
150130310000009	1	7	0	0	70	1	143	14
150130310000010	19	18	8	0	87	2	238	16
150130310000011	9	19	19	0	105	10	319	19
150130310000012	31	19	7	0	48	8	160	21
150130310000013	57	71	54	24	70	39	231	18
150130310000014	91	126	4	0	63	12	134	22
150130310000015	258	216	19	0	98	42	293	34
150130310000016	226	98	16	0	60	10	184	19
150130310000017	187	62	18	0	48	26	156	38
150130310000018	218	108	23	0	75	24	222	23
150130310000019	185	195	113	1	90	33	260	25
150130310000020	156	141	47	1	55	33	147	25
150130310000021	2	64	109	1	50	36	167	23
150130310000022	77	85	69	0	40	44	112	15
150130310000023	21	80	74	3	56	1	180	11
150130310000024	185	68	23	0	50	76	207	23
150130310000025	133	138	28	4	42	7	162	14
150130310000026	10	23	20	2	66	26	183	29
150130310000027	71	45	37	1	76	14	158	15
150130310000028	13	81	57	3	38	17	112	14
150130305000001	15	45	9	1	42	20	132	26
150130305000002	3	64	4	0	57	6	122	24
150130305000003	172	152	10	0	68	82	229	41
150130305000004	75	190	2	0	59	11	173	26
150130305000005	372	427	10	0	114	20	323	52
150130305000006	26	326	4	0	91	26	287	52
150130305000007	30	74	7	0	71	32	192	34
150130305000008	110	93	14	1	80	27	264	55
150130305000009	288	204	33	1	86	60	268	32
150130305000010	204	155	7	0	54	7	175	47

(continuação).

Setor Censitário	Valores Brutos das Variáveis							
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
150130305000011	215	176	59	3	88	43	287	48
150130305000012	306	284	10	0	113	30	306	50
150130305000013	160	174	6	0	59	28	166	32
150130305000014	212	212	9	0	70	54	196	38
150130305000015	62	58	72	0	51	53	163	27
150130305000016	119	54	78	0	75	38	241	39
150130305000017	271	279	16	0	96	46	296	44
150130305000018	289	298	40	0	107	115	341	63
150130305000019	101	133	74	2	54	33	161	29
150130305000020	209	164	63	2	58	73	201	59
150130305000021	296	212	146	1	94	61	300	46
150130305000022	175	117	0	0	102	44	213	25
150130305000023	11	41	0	0	67	1	136	16
150130305000024	228	203	12	0	89	76	241	37
150130305000025	14	141	0	0	39	8	136	30
150130305000026	357	253	41	0	116	72	345	88
150130305000027	21	102	140	2	69	26	173	15
150130305000028	6	82	198	9	92	41	268	14
150130305000029	93	92	34	4	55	70	240	33
150130305000030	105	155	44	1	70	59	218	29
150130305000031	70	136	154	2	69	72	274	9
150130305000032	26	81	68	4	32	18	109	6
150130305000033	59	66	5	32	44	30	118	17
150130305000034	6	178	203	10	61	87	207	53
150130305000035	3	138	129	6	44	13	117	12
150130305000036	101	240	240	8	76	36	258	16
150130305000037	33	118	22	0	44	18	128	8
150130305000038	2	168	162	2	56	26	164	21
150130305000039	145	143	257	2	100	67	281	28
150130305000040	119	225	252	4	116	47	315	32
150130305000041	134	93	90	0	135	79	429	37
150130305000042	37	64	16	1	62	66	201	30
150130305000043	75	75	135	3	79	28	194	16
150130305000044	65	128	56	0	90	41	288	58
150130305000045	182	10	143	0	61	41	205	17
150130305000046	149	166	5	0	58	6	144	39
150130305000047	68	148	4	0	40	11	143	23
150130305000048	99	78	10	0	23	0	63	8
150130305000049	0	36	4	0	11	9	142	3
150130305000050	22	150	8	3	70	22	232	36

(conclusão).

Setor Censitário	Valores Brutos das Variáveis							
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
150130305000051	140	55	4	3	53	18	140	19
150130305000052	314	50	17	0	87	32	247	13
150130305000053	323	249	21	2	97	40	288	35
150130305000054	304	224	54	1	98	67	328	32
150130305000055	142	18	18	3	46	16	122	14
150130305000056	61	114	3	1	50	11	128	25
150130305000057	18	178	6	1	66	13	183	42
150130305000058	167	204	29	0	70	22	221	33
150130305000059	178	276	18	0	93	29	272	32
150130305000060	166	223	14	0	68	48	256	38
150130305000061	154	345	47	0	137	67	409	79
150130305000062	183	181	8	0	57	28	204	27
150130305000063	36	148	21	0	66	29	177	13
150130305000064	30	46	36	0	38	11	112	16
150130305000065	187	106	1	0	82	79	235	39
150130305000066	3	49	0	2	41	10	156	13
150130305000067	120	28	1	0	42	16	151	24
150130305000068	103	94	1	0	28	17	100	15
150130305000069	250	46	2	0	60	25	186	20
150130305000070	124	90	17	0	30	27	97	6
150130305000071	48	65	8	2	37	14	137	8
150130305000072	40	99	51	2	64	33	162	15
150130305000073	6	169	144	12	49	41	154	34
150130305000074	125	177	18	7	57	14	166	37
150130305000075	31	49	3	8	34	14	134	20
150130305000076	2	13	4	0	47	14	133	30

Legenda: **V1** – Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar ou via vala ou via rio, lago ou mar ou via outro escoadouro; **V2** – Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade ou com outra forma de abastecimento de água; **V3** – Domicílios particulares permanentes sem banheiro; **V4** – Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro ou jogado em rio, lago ou mar ou com outro destino do lixo; **V5** – Domicílios particulares permanentes com 5 ou 6 ou 7 moradores; **V6** – Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal; **V7** – Pessoas alfabetizadas de 10 a 14 anos ou 15 a 19 anos e **V8** – Domicílios particulares permanentes com mulher responsável e mais quatro moradores ou com mulher responsável e mais cinco moradores ou com mulher responsável e mais de seis moradores.

Fonte: Construção do autor.

Tabela 2 - Valores Padronizados das Variáveis e valores do Escore e do Escore Padronizado e a Classificação da Vulnerabilidade Social, por Setor Censitário.

(continua)

Setor Censitário	Valores Padronizados das Variáveis								Índice de Vulnerabilidade Social		
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Escore	Escore Padronizado	Classificação
150130305000001	0,040	0,105	0,035	0,031	0,246	0,174	0,189	0,271	0,245	14,57	Baixa
150130305000002	0,008	0,150	0,016	0,000	0,365	0,052	0,161	0,247	0,214	12,42	Baixa
150130305000003	0,462	0,356	0,039	0,000	0,452	0,713	0,454	0,447	0,542	35,35	Moderada
150130305000004	0,202	0,445	0,008	0,000	0,381	0,096	0,301	0,271	0,272	16,47	Baixa
150130305000005	1,000	1,000	0,039	0,000	0,817	0,174	0,710	0,576	0,503	32,63	Moderada
150130305000006	0,070	0,763	0,016	0,000	0,635	0,226	0,612	0,576	0,577	37,73	Moderada
150130305000007	0,081	0,173	0,027	0,000	0,476	0,278	0,352	0,365	0,391	24,77	Baixa
150130305000008	0,296	0,218	0,054	0,031	0,548	0,235	0,549	0,612	0,458	29,44	Baixa
150130305000009	0,774	0,478	0,128	0,031	0,595	0,522	0,560	0,341	0,568	37,13	Moderada
150130305000010	0,548	0,363	0,027	0,000	0,341	0,061	0,306	0,518	0,204	11,71	Baixa
150130305000011	0,578	0,412	0,230	0,094	0,611	0,374	0,612	0,529	0,668	44,14	Moderada
150130305000012	0,823	0,665	0,039	0,000	0,810	0,261	0,664	0,553	0,508	32,94	Moderada
150130305000013	0,430	0,407	0,023	0,000	0,381	0,243	0,281	0,341	0,290	17,73	Baixa
150130305000014	0,570	0,496	0,035	0,000	0,468	0,470	0,363	0,412	0,422	26,93	Baixa
150130305000015	0,167	0,136	0,280	0,000	0,317	0,461	0,273	0,282	0,584	38,28	Moderada
150130305000016	0,320	0,126	0,304	0,000	0,508	0,330	0,486	0,424	0,646	42,58	Moderada
150130305000017	0,728	0,653	0,062	0,000	0,675	0,400	0,637	0,482	0,548	35,75	Moderada
150130305000018	0,777	0,698	0,156	0,000	0,762	1,000	0,760	0,706	0,925	62,08	Moderada
150130305000019	0,272	0,311	0,288	0,063	0,341	0,287	0,268	0,306	0,543	35,36	Moderada
150130305000020	0,562	0,384	0,245	0,063	0,373	0,635	0,377	0,659	0,653	43,10	Moderada
150130305000021	0,796	0,496	0,568	0,031	0,659	0,530	0,648	0,506	1,003	67,47	Moderada
150130305000022	0,470	0,274	0,000	0,000	0,722	0,383	0,410	0,259	0,419	26,73	Baixa
150130305000023	0,030	0,096	0,000	0,000	0,444	0,009	0,199	0,153	0,198	11,33	Baixa
150130305000024	0,613	0,475	0,047	0,000	0,619	0,661	0,486	0,400	0,567	37,10	Moderada
150130305000025	0,038	0,330	0,000	0,000	0,222	0,070	0,199	0,318	0,203	11,69	Baixa
150130305000026	0,960	0,593	0,160	0,000	0,833	0,626	0,770	1,000	0,780	51,95	Moderada
150130305000027	0,056	0,239	0,545	0,063	0,460	0,226	0,301	0,141	0,804	53,59	Moderada
150130305000028	0,016	0,192	0,770	0,281	0,643	0,357	0,560	0,129	1,195	80,93	Alta
150130305000029	0,250	0,215	0,132	0,125	0,349	0,609	0,484	0,353	0,594	38,96	Moderada
150130305000030	0,282	0,363	0,171	0,031	0,468	0,513	0,423	0,306	0,607	39,87	Moderada
150130305000031	0,188	0,319	0,599	0,063	0,460	0,626	0,577	0,071	1,060	71,49	Alta

(continuação).

Setor Censitário	Valores Padronizados das Variáveis								Índice de Vulnerabilidade Social		
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Escore	Escore Padronizado	Classificação
150130305000032	0,070	0,190	0,265	0,125	0,167	0,157	0,126	0,035	0,397	25,17	Baixa
150130305000033	0,159	0,155	0,019	1,000	0,262	0,261	0,150	0,165	0,339	21,13	Baixa
150130305000034	0,016	0,417	0,790	0,313	0,397	0,757	0,393	0,588	1,315	89,29	Alta
150130305000035	0,008	0,323	0,502	0,188	0,262	0,113	0,148	0,106	0,659	43,51	Moderada
150130305000036	0,272	0,562	0,934	0,250	0,516	0,313	0,533	0,153	1,277	86,62	Alta
150130305000037	0,089	0,276	0,086	0,000	0,262	0,157	0,178	0,059	0,279	16,96	Baixa
150130305000038	0,005	0,393	0,630	0,063	0,357	0,226	0,276	0,212	0,879	58,85	Moderada
150130305000039	0,390	0,335	1,000	0,063	0,706	0,583	0,596	0,294	1,439	97,97	Alta
150130305000040	0,320	0,527	0,981	0,125	0,833	0,409	0,689	0,341	1,469	100,00	Alta
150130305000041	0,360	0,218	0,350	0,000	0,984	0,687	1,000	0,400	1,099	74,19	Alta
150130305000042	0,099	0,150	0,062	0,031	0,405	0,574	0,377	0,318	0,513	33,31	Moderada
150130305000043	0,202	0,176	0,525	0,094	0,540	0,243	0,358	0,153	0,798	53,20	Moderada
150130305000044	0,175	0,300	0,218	0,000	0,627	0,357	0,615	0,647	0,719	47,68	Moderada
150130305000045	0,489	0,023	0,556	0,000	0,397	0,357	0,388	0,165	0,750	49,86	Moderada
150130305000046	0,401	0,389	0,019	0,000	0,373	0,052	0,221	0,424	0,204	11,76	Baixa
150130305000047	0,183	0,347	0,016	0,000	0,230	0,096	0,219	0,235	0,202	11,60	Baixa
150130305000048	0,266	0,183	0,039	0,000	0,095	0,000	0,000	0,059	0,036	0,00	Baixa
150130305000049	0,000	0,084	0,016	0,000	0,000	0,078	0,216	0,000	0,116	5,59	Baixa
150130305000050	0,059	0,351	0,031	0,094	0,468	0,191	0,462	0,388	0,431	27,59	Baixa
150130305000051	0,376	0,129	0,016	0,094	0,333	0,157	0,210	0,188	0,189	10,69	Baixa
150130305000052	0,844	0,117	0,066	0,000	0,603	0,278	0,503	0,118	0,326	20,23	Baixa
150130305000053	0,868	0,583	0,082	0,063	0,683	0,348	0,615	0,376	0,503	32,62	Moderada
150130305000054	0,817	0,525	0,210	0,031	0,690	0,583	0,724	0,341	0,732	48,58	Moderada
150130305000055	0,382	0,042	0,070	0,094	0,278	0,139	0,161	0,129	0,183	10,29	Baixa
150130305000056	0,164	0,267	0,012	0,031	0,310	0,096	0,178	0,259	0,206	11,88	Baixa
150130305000057	0,048	0,417	0,023	0,031	0,437	0,113	0,328	0,459	0,358	22,45	Baixa
150130305000058	0,449	0,478	0,113	0,000	0,468	0,191	0,432	0,353	0,421	26,87	Baixa
150130305000059	0,478	0,646	0,070	0,000	0,651	0,252	0,571	0,341	0,513	33,27	Moderada
150130305000060	0,446	0,522	0,054	0,000	0,452	0,417	0,527	0,412	0,489	31,65	Moderada
150130305000061	0,414	0,808	0,183	0,000	1,000	0,583	0,945	0,894	1,009	67,93	Moderada
150130305000062	0,492	0,424	0,031	0,000	0,365	0,243	0,385	0,282	0,308	18,99	Baixa
150130305000063	0,097	0,347	0,082	0,000	0,437	0,252	0,311	0,118	0,409	26,05	Baixa
150130305000064	0,081	0,108	0,140	0,000	0,214	0,096	0,134	0,153	0,263	15,81	Baixa
150130305000065	0,503	0,248	0,004	0,000	0,563	0,687	0,470	0,424	0,513	33,27	Moderada
150130305000066	0,008	0,115	0,000	0,063	0,238	0,087	0,254	0,118	0,199	11,36	Baixa
150130305000067	0,323	0,066	0,004	0,000	0,246	0,139	0,240	0,247	0,153	8,19	Baixa
150130305000068	0,277	0,220	0,004	0,000	0,135	0,148	0,101	0,141	0,110	5,15	Baixa

(conclusão).

Setor Censitário	Valores Padronizados das Variáveis								Índice de Vulnerabilidade Social		
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Escore	Escore Padronizado	Classificação
150130305000069	0,672	0,108	0,008	0,000	0,389	0,217	0,336	0,200	0,186	10,43	Baixa
150130305000070	0,333	0,211	0,066	0,000	0,151	0,235	0,093	0,035	0,178	9,94	Baixa
150130305000071	0,129	0,152	0,031	0,063	0,206	0,122	0,202	0,059	0,193	10,92	Baixa
150130305000072	0,108	0,232	0,198	0,063	0,421	0,287	0,270	0,141	0,497	32,21	Moderada
150130305000073	0,016	0,396	0,560	0,375	0,302	0,357	0,249	0,365	0,888	59,46	Moderada
150130305000074	0,336	0,415	0,070	0,219	0,365	0,122	0,281	0,400	0,328	20,36	Baixa
150130305000075	0,083	0,115	0,012	0,250	0,183	0,122	0,194	0,200	0,201	11,52	Baixa
150130305000076	0,005	0,030	0,016	0,000	0,286	0,122	0,191	0,318	0,216	12,58	Baixa
150130310000001	0,575	0,302	0,008	0,000	0,484	0,383	0,426	0,294	0,352	22,03	Baixa
150130310000002	0,831	0,253	0,074	0,000	0,690	0,348	0,626	0,494	0,465	29,95	Baixa
150130310000003	0,793	0,361	0,132	0,000	0,706	0,443	0,642	0,341	0,572	37,42	Moderada
150130310000004	0,551	0,117	0,047	0,063	0,437	0,626	0,325	0,482	0,434	27,80	Baixa
150130310000005	0,409	0,056	0,047	0,000	0,175	0,209	0,325	0,141	0,196	11,14	Baixa
150130310000006	0,957	0,302	0,226	0,000	0,730	0,678	0,508	0,671	0,692	45,76	Moderada
150130310000007	0,239	0,157	0,420	0,000	0,437	0,183	0,295	0,212	0,623	40,95	Moderada
150130310000008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,175	0,000	0,238	0,176	0,127	6,37	Baixa
150130310000009	0,003	0,016	0,000	0,000	0,468	0,009	0,219	0,129	0,203	11,65	Baixa
150130310000010	0,051	0,042	0,031	0,000	0,603	0,017	0,478	0,153	0,339	21,16	Baixa
150130310000011	0,024	0,044	0,074	0,000	0,746	0,087	0,699	0,188	0,512	33,24	Moderada
150130310000012	0,083	0,044	0,027	0,000	0,294	0,070	0,265	0,212	0,209	12,08	Baixa
150130310000013	0,153	0,166	0,210	0,750	0,468	0,339	0,459	0,176	0,653	43,06	Moderada
150130310000014	0,245	0,295	0,016	0,000	0,413	0,104	0,194	0,224	0,228	13,37	Baixa
150130310000015	0,694	0,506	0,074	0,000	0,690	0,365	0,628	0,365	0,525	34,16	Moderada
150130310000016	0,608	0,230	0,062	0,000	0,389	0,087	0,331	0,188	0,211	12,19	Baixa
150130310000017	0,503	0,145	0,070	0,000	0,294	0,226	0,254	0,412	0,247	14,71	Baixa
150130310000018	0,586	0,253	0,089	0,000	0,508	0,209	0,434	0,235	0,353	22,09	Baixa
150130310000019	0,497	0,457	0,440	0,031	0,627	0,287	0,538	0,259	0,797	53,10	Moderada
150130310000020	0,419	0,330	0,183	0,031	0,349	0,287	0,230	0,259	0,410	26,09	Baixa
150130310000021	0,005	0,150	0,424	0,031	0,310	0,313	0,284	0,235	0,688	45,51	Moderada
150130310000022	0,207	0,199	0,268	0,000	0,230	0,383	0,134	0,141	0,472	30,46	Moderada
150130310000023	0,056	0,187	0,288	0,094	0,357	0,009	0,320	0,094	0,471	30,36	Moderada
150130310000024	0,497	0,159	0,089	0,000	0,310	0,661	0,393	0,235	0,462	29,73	Baixa
150130310000025	0,358	0,323	0,109	0,125	0,246	0,061	0,270	0,129	0,257	15,44	Baixa
150130310000026	0,027	0,054	0,078	0,063	0,437	0,226	0,328	0,306	0,394	24,98	Baixa
150130310000027	0,191	0,105	0,144	0,031	0,516	0,122	0,260	0,141	0,374	23,56	Baixa
150130310000028	0,035	0,190	0,222	0,094	0,214	0,148	0,134	0,129	0,382	24,12	Baixa

Legenda: **V1** – Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar ou via vala ou via rio, lago ou mar ou via outro escoadouro; **V2** – Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade ou com outra forma de abastecimento de água; **V3** – Domicílios particulares permanentes sem banheiro; **V4** – Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro ou jogado em rio, lago ou mar ou com outro destino do lixo; **V5** – Domicílios particulares permanentes com 5 ou 6 ou 7 moradores; **V6** – Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal; **V7** – Pessoas alfabetizadas de 10 a 14 anos ou 15 a 19 anos e **V8** – Domicílios particulares permanentes com mulher responsável e mais quatro moradores ou com mulher responsável e mais cinco moradores ou com mulher responsável e mais de seis moradores.

Fonte: Construção do autor.

