

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

Stephanie Jael Negrão de Freitas

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Geociências, Pós - Graduação em Ciências Ambientais, Belém, PA, Brasil
negro.stephanie@gmail.com

Márcia Aparecida da Silva Pimentel

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Geociências, Pós - Graduação em Ciências Ambientais, Belém, PA, Brasil
marciapimentel1989@gmail.com

Edson Marcos Leal Soares Ramos

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Laboratório de Sistema de Informação e Georreferenciamento
– LASIG, Belém, PA, Brasil
ramosedson@gmail.com

Giordani Rafael Conceição Sodré

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Geociências, Pós - Graduação em Ciências Ambientais, Belém, PA, Brasil
giordani@ufpa.com.br

Paulo Amador Tavares

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Geociências, Pós - Graduação em Ciências Ambientais, Belém, PA, Brasil
atavares.paulo@gmail.com

Joyce Gama Souza

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Laboratório de Sistema de Informação e Georreferenciamento
– LASIG, Belém, PA, Brasil
joycegama7060@gmail.com

RESUMO

Municípios são os locais ideais para estudos sobre vulnerabilidades sociais, por serem unidades territoriais onde emergem fragilidades sociais e os conflitos são latentes. Por essa razão, o objetivo deste artigo foi operacionalizar empiricamente o conceito de vulnerabilidade social, através de um indicador de vulnerabilidade com integração de dados socioeconômicos do Censo 2010 do IBGE para mapear e analisar situações de suscetibilidade em escala municipal em Barcarena-PA. Para isso, classificou-se a vulnerabilidade utilizando um estudo de análise fatorial no *software* SPSS 24 e, posteriormente, visualizaram-se os dados no *software* QGIS 3 para identificação dos recortes espaciais vulneráveis. Os resultados mostraram que a grande maioria dos setores censitários se encontra em situação de vulnerabilidade de moderada a alta. Em seguida, os 10 setores censitários mais vulneráveis foram ranqueados, constatando-se que as zonas críticas se localizam na região das ilhas, rural e bairros de ocupação espontânea em Vila dos Cabanos e na velha Barcarena. Destaca-se a existência de diferenças sociais entre o distrito planejado (Vila dos Cabanos) e um não planejado (sede de Barcarena). Constata-se assim que município possui muitas disparidades, as quais necessitam de um enfrentamento e intervenção de políticas efetivas urgente.

Palavras-chave: Vulnerabilidade Social. Análise Fatorial. Geoprocessamento.

MAPPING AND ANALYSIS OF SOCIAL VULNERABILITY IN THE CITY OF BARCARENA-PA

ABSTRACT

Municipalities are the ideal places for studies on social vulnerabilities, as they are territorial units where social weaknesses emerge, and conflicts are latent. Therefore, the objective of

this article was to empirically operationalize the concept of social vulnerability through a vulnerability indicator with integration of socioeconomic data from 2010 IBGE Census to map and analyze susceptibility situations on a municipal scale in Barcarena-PA. For this, the vulnerability was classified using a factor analysis study in the SPSS 24 software. Subsequently, the data was visualized in the QGIS 3 software to identify the vulnerable spatial cut-outs. The results showed that most census tracts are vulnerable from moderate to high. Then, the 10 most vulnerable census sectors were ranked, showing that the critical zones are in the islands, rural and spontaneously occupied neighbourhoods in Vila dos Cabanos and old Barcarena. The existence of social differences between the planned district (Vila dos Cabanos) and the unplanned one (Barcarena headquarters) stands out. The municipality has many disparities, which need urgent confrontation and effective policy intervention.

Keywords: Social Vulnerability. Factor analysis. Geoprocessing.

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 lócus de pesquisa no que concerne às 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 possam 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).

A construção do conceito de vulnerabilidade socioambiental tem evoluído ao longo do tempo, sendo o reflexo de vários estudos e ponderações sobre o tema. Para Gabor e Griffith (1980), a vulnerabilidade é o contexto do risco; Mitchell (1989) de forma sucinta caracteriza vulnerabilidade como o potencial para perdas; Timmerman (1981) aborda vulnerabilidade como o grau em que diferentes classes da sociedade correm risco diferencial; Dow e Downing (1995) complementam esta definição demonstrando que fatores biofísicos, demográficos, econômicos, sociais e tecnológicos, faixa etária são alguns dos fatores que são examinados em associação com os riscos preexistentes.

Sobre a capacidade de sofrer danos e agir adversamente, uma grande parcela de cidades que abrigam polos 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

a 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 preexistentes e dos direitos das comunidades tradicionais, além da precarização dos serviços públicos de saúde (NASCIMENTO; HAZEU, 2019).

Barcarena é um município em que a situação social, agrava-se com a igualmente onipresente à condição ambiental deteriorada. Em todas as escalas, os riscos ambientais e a vulnerabilidade de ecossistemas, ou das pessoas em relação às dinâmicas e consequências ambientais, aprofundam-se e ou promovem a vulnerabilidade social.

Steinbrenner et.al. (2020) fizeram um histórico de eventos adversos em Barcarena e é importante citá-los porque percebe-se de maneira incontestável que o território é vulnerável, pois, isto tem raízes na dominação política e econômica na região. Ano de 2000 - Naufrágio da balsa Miss Rondônia em frente ao porto de Vila do Conde, com derramamento de aproximadamente 2 milhões de litros de óleo no rio Pará; 2002- Derramamento de cerca de 100 quilos de coque no rio Pará por falha no transporte para o complexo industrial; 2003 - Vazamento de lama vermelha da bacia de rejeitos, com contaminação do rio Murucupi; 2004 - Vazamento de grande proporção de material da bacia de rejeitos de caulim, com contaminação dos igarapés Curuperé e Dendê; 2005 - Contaminação do rio Pará por soda cáustica de uma empresa de alumínio; 2010 - Rompimento de duto com efluentes ácidos de uma empresa de caulim, atingindo os igarapés Curuperé e Dendê; 2015 - Naufrágio do navio Haidar no porto de Vila do Conde, carregado com centenas de bois vivos; 2018 - Vazamento de rejeitos de uma empresa de alumínio, seguido da descoberta de tubulação clandestina, desvio de drenagem e canal antigo que despejava efluentes no rio Pará. Dessa forma, analisar a vulnerabilidade social através de um índice que seja o reflexo da realidade local é um desafio necessário, por ser uma ferramenta de gestão e reflexão.

Na tentativa de mensurar a suscetibilidade à pobreza 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. Assim, 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 se encontram 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 às dimensões abordadas neste estudo: educação, infraestrutura, saneamento e economia.

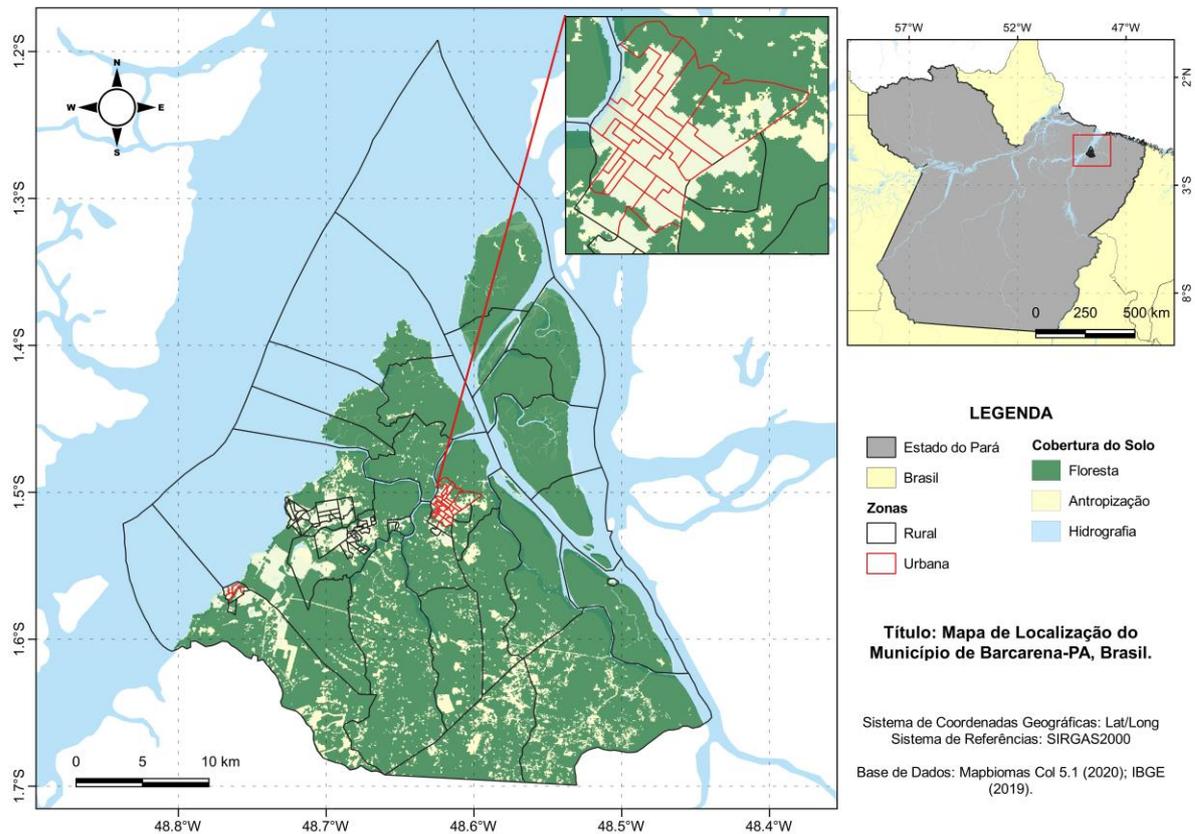
Neste sentido, o objetivo do trabalho é de operacionalizar empiricamente o conceito de vulnerabilidade social, por meio da construção de um indicador, com integração de dados socioeconômicos do Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE para mapear e analisar situações de vulnerabilidades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

METODOLOGIA

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 (LEMOS 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 - Autores (2021).

O município está dividido em 5 regiões administrativas: Sede, Murucupi, Estrada, Ilhas e Conde. A dinâmica urbana e rural 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).

Para esse estudo, os setores censitários do IBGE foram codificados a partir do sétimo e oitavo número e os dois últimos, facilitando a nomeação das variáveis e considerando que são os únicos números que se modificam na codificação dos setores. Por exemplo, o setor censitário 150130305000048 é codificado aqui como 3048.

Construção do Estudo e Análise Fatorial

Para este estudo, foram utilizados fatores que estão inseridos na base cartográfica do Censo 2010, do IBGE, que refletem as desvantagens sociais (Quadro 1), que são entendidas como condições sociais que afetam negativamente pessoas, comunidades ou lugares. Dessa forma, com base nos trabalhos de Almeida e Carvalho (2010), Medeiros (2015) e Medeiros (2016) e sob observação da realidade local em Barcarena, foram escolhidos indicadores que envolvem as dimensões de saneamento, situação social, economia e educação.

Quadro 1 - Caracteriza os fatores utilizados para a análise fatorial nesse estudo.

Variável	Características	Justificativa
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.	Localidades que não possuem sistemas de esgotos e água, bem como gestão de resíduos, em caso de um evento adverso tendem a sofrer prejuízos. Residências em condição de falta de saneamento tendem a sofrer com impactos de contaminação por rejeitos industriais. Fonte: (ALMEIDA; CARVALHO, 2010).
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.	Famílias com grande número de dependentes ou com apenas um chefe de família, frequentemente, têm finanças limitadas para cuidar dos dependentes, e assim devem dividir o trabalho de cuidar desses dependentes com outros membros da família. Tudo isso afeta a resiliência e a recuperação dos perigos Fonte: (ALMEIDA; CARVALHO, 2010).
V6	Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal.	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; CARVALHO, 2010).
V7	Pessoas não alfabetizadas de 10 a 14 anos ou 15 a 19 anos.	A educação está ligada ao status socioeconômico; quanto maior o tempo de estudos, maior é o ganho em expectativa de vida; pouca educação limita a possibilidade de ascensão social. Fonte: (ALMEIDA; CARVALHO, 2010).
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.	As mulheres podem ter períodos de maior dificuldade do que os homens, frequentemente devido ao setor-emprego específico, mais baixos salários, e responsabilidades do cuidado da família. Fonte: (ALMEIDA; CARVALHO 2010).

Fonte - Adaptado de Almeida e Carvalho, (2010).

A partir desses dados, utilizou-se a técnica de Análise Fatorial, 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, 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 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, sendo que as correlações são obtidas a partir da Equação 1.

$$r_{xy} = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}} \quad (1)$$

Para verificar o ajuste da Análise Fatorial foi 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 pela Equação 2.

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

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, pg. 23); FÁVERO et al., (2009, pg. 35).

Diante da adequação dos dados para a aplicação da técnica multivariada, foi realizado o teste de esfericidade de Bartlett o qual avaliou se a matriz de correlação é igual à matriz identidade e à 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 de equações necessárias à construção dos índices, utilizou-se o critério de Kaiser, em que se determinam os fatores que apresentam autovalores maiores a 1, os demais foram descartados da análise. Os fatores extraídos, posteriormente foram 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, foram multiplicados os valores individuais de cada pergunta pelos Escores Fatoriais. Para facilitar a interpretação dos índices, foi 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 pela equação 3.

$$FP_i = \left(\frac{F_i - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \right) \quad (3)$$

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

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, os valores medidos e/ou observados de cada uma das variáveis utilizadas foram padronizados numa escala de 0 a 1. Neste caso, o i -ésimo valor padronizado da j -ésima variável (VP_{ji}) é obtido pela Equação 4.

$$VP_{ji} = \left(\frac{Y_{ji} - Y_{min(j)}}{Y_{max(i)} - Y_{min(j)}} \right) \quad (4)$$

Na qual 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, para construção do Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena. 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. Para desenvolvimento desse estudo, utilizou-se o *software* SPSS, versão 24.0.

A representação espacial dos resultados obtidos foi realizada a partir da utilização do *software* QGIS, versão 3.16. 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, no qual almejando ter-se de forma mais visível as 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicação da Análise Fatorial para Construção do Índice de Vulnerabilidade

Observou-se que o valor da estatística KMO para Índice Vulnerabilidade Social do Município de Barcarena ($KMO = 0,744$) 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 ($p = 0,000$) acarreta a rejeição da hipótese de a matriz de correlações ser a uma matriz identidade. 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 à 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.

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 esta variável no processo de construção IVS-Barcarena, por considerá-la importante e, também, porque ela apresenta boas características, quando analisada a MAA. 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, o IVS-Barcarena é dado pela Equação 5.

$$IVS_{Barcarena3001} = -0,198V1 + 0,138V2 + 0,863V3 + 0,109V4 + 0,27V5 + 0,376V6 + 0,286V7 + 0,07V8 \quad (5)$$

Na qual: V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8 correspondem a cada indicador utilizado no estudo.

Nos índices obtidos (Equação 5), os valores positivos dos coeficientes das variáveis indicam que quanto maior for o valor do escore obtido para um determinado setor censitário, maior será sua Vulnerabilidade Social.

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 setor censitário 3001, o Escore Padronizado apresentado na Equação 6 foi obtido.

$$EP_{3001} = \left(\frac{F_i - F_{min}}{F_{max} - F_{min}} \right) * 100 = \left(\frac{0,245 - 0,036}{1,469 - 0,036} \right) * 100 = 14,57\% \quad (6)$$

Com 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%). Ou seja, quanto mais próximo o escore padronizado estiver a 100%, mais vulnerável à pobreza o setor censitário estará.

Na Tabela 2 apresenta-se o resultado estatístico da aplicação da técnica de análise fatorial das variáveis necessárias à construção do Índice Vulnerabilidade Social- IVS.

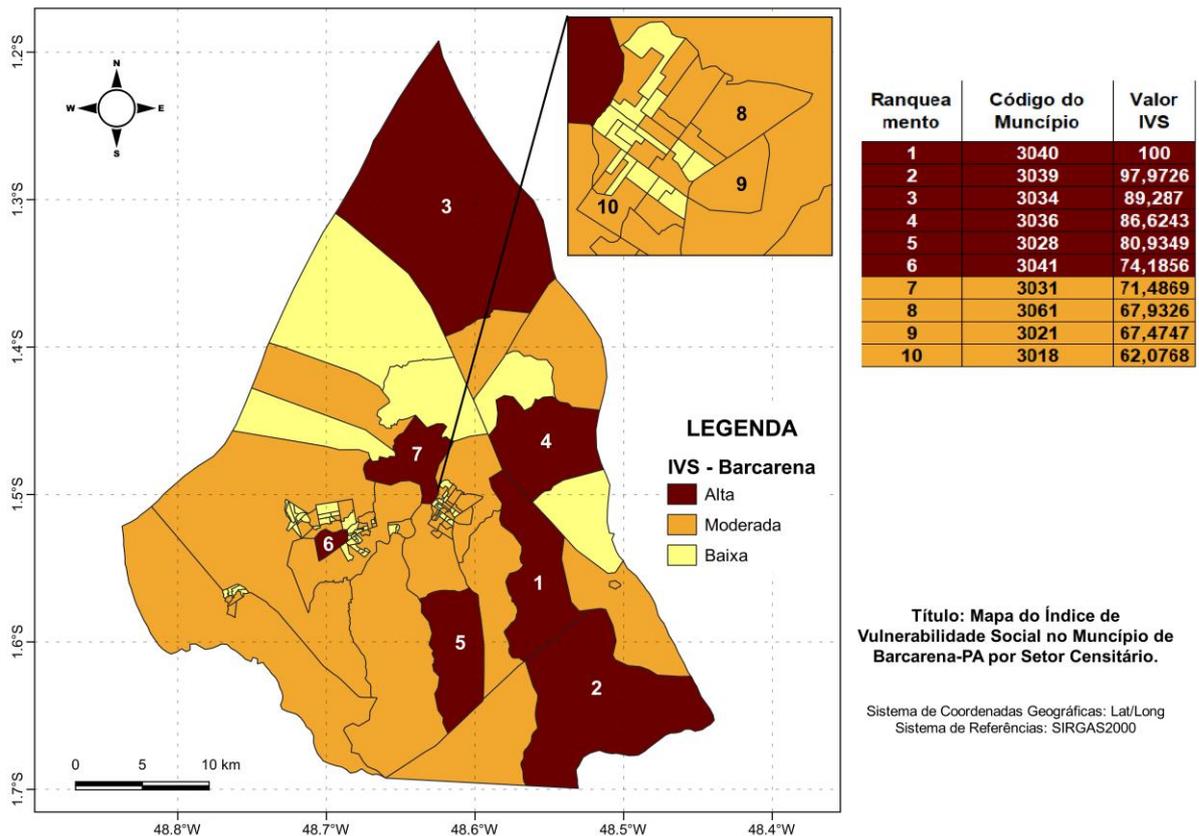
Tabela 2 - Resultados estatísticos da aplicação da técnica de análise fatorial para construção do IVS-Barcarena.

Variável	KMO	Esfericidade Bartlett	Var.	MAA	Comun.	Correlação (r)	Escores Fatoriais
V1	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,807a	0,81	0,81	-0,198
V2	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,814a	0,53	0,73	0,138
V3	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,399a	0,88	0,92	0,863
V4	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,697a	0,18	0,39	0,109
V5	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,708a	0,75	0,85	0,270
V6	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,708a	0,60	0,72	0,376
V7	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,748a	0,80	0,88	0,286
V8	0,744	$\chi^2 = 439,34$ $p = 0,000$	69,96	0,798a	0,60	0,77	0,070

Fonte - Autores (2021). 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; Comun. – Comunalidade.

A Figura 2 apresenta 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-PA com a Classificação da Vulnerabilidade Social, por setor censitário de 2021.



Fonte - Autores (2021).

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 possuem acesso à rede geral de água, 1,7% tem acesso à rede geral de esgoto sanitário e 1,9% não possui banheiros. É aqui que a vulnerabilidade aparece como conceito que irá proporcionar uma análise mais complexa, pois 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. Assim este estudo sobre o campo da geografia passa a abarcar desde os processos biofísicos e sociais do evento até suas

consequências no campo ambiental, social, passando pelas decisões e ajustamentos individuais, coletivos e estatais (CUNHA, 2006).

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 R\$ 34.455, 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”.

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).

Entende-se por dimensão espacial o efeito específico que os padrões de contiguidade, vizinhança e distância causam aos indivíduos e grupos, afetando suas possibilidades de inserção em diversas esferas da sociedade. As análises feitas nesse trabalho indicam que indivíduos com condições sociais semelhantes, mas localizados em regiões distintas da cidade, têm acesso diferenciado a bens e serviços públicos e a elementos geradores de mobilidade social (como o emprego). De acordo com os autores (TORRES; MARQUES; BICHIR, 2006), além desses indivíduos estarem distantes dos fatores de mobilidade social, eles tendem a ser submetidos de forma diferente a agravos de diversas naturezas, dependendo das condições de segregação a que estão submetidos.

Além da renda, fatores como escolaridade dos indivíduos, idade e sexo são importantes elementos na explicação do nível de acesso a serviços públicos. 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 que a interação de características resultou em um cenário onde os setores mais vulneráveis estão localizados nas estradas (comunidades de Limeira, Guajaraúna e Espanha) e nas ilhas (Onças, Chagão e Poção) onde o acesso a serviços está associado às características dos indivíduos e famílias, destacando-se especialmente suas características socioeconômicas; aspectos básicos como esgotamento sanitário, água tratada e escolaridade é precário e limitado.

Diversos estudos evidenciam ainda que crescer em bairros com alta concentração de pobreza tem importantes efeitos negativos em termos de avanço educacional, gravidez na adolescência, atividade criminal e possibilidades de inserção no mercado de trabalho, entre outros aspectos (TORRES, 2005). Embora os mecanismos que explicam, por exemplo, a relação entre pior desempenho educacional e local de residência não sejam bem conhecidos, é bastante claro que o pior desempenho educacional tende a contribuir para perpetuação da pobreza em longo prazo.

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, cujas 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).

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 têm banheiro (IBGE, 2010). Cunha (2006) refletiu sobre o papel do Estado na diminuição da pobreza e os motivos que justificam negar o acesso dos grupos de baixa renda a políticas públicas. Nessas reflexões foi destacada a presença de investimentos estatais nas áreas periféricas desde o final da década de 70, como é exatamente o caso de Barcarena e, nisso, o modelo da relação entre investimentos públicos e ciclos eleitorais, segundo o qual os investimentos públicos – especialmente aqueles destinados para as áreas mais pobres – seriam maiores nos períodos anteriores às eleições, de modo a obter retornos políticos ligados especialmente à busca de reeleição.

Um outro eixo interpretativo, ainda ligado à carência de atuação do Estado, diz respeito ao papel dos movimentos sociais. A oferta de serviços públicos no Brasil tem sido também interpretada, em determinados momentos, como função da emergência de movimentos sociais (JACOBI, 1989). Ou seja, as políticas sociais só seriam expandidas para as regiões mais pobres da cidade após a pressão de grupos sociais organizados que, desta forma, contribuiriam para alterar a direção dos investimentos estatais.

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 proporcionar assistência para aspectos básicos como educação, saneamento e capacitação técnica da população local (RODRIGUES, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi realizado a análise da vulnerabilidade social com relação à 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 a fundo na base que realmente importa, fornecimento de água tratada e esgotamento sanitário, educação, saúde, assistência às 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 se encontra 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.

Este trabalho não se trata apenas de reafirmar a existência de diferenciais socioeconômicos no espaço, mas de defender a existência de uma dimensão espacial que interfere no funcionamento das políticas públicas. A residência em locais altamente segregados teria como principais consequências o isolamento em relação às redes sociais e econômicas mais relevantes, exposição a diversas condições de risco – tanto socioeconômicos quanto ambientais, gerando uma série de “externalidades negativas” com efeitos significativos sobre os circuitos de reprodução da pobreza.

Existem muitas dificuldades para dimensionar e discutir um índice de vulnerabilidade social que seja satisfatório e inclua os principais fatores no que concerne à heterogeneidade da pobreza, dentre eles está a escolha de uma metodologia que se adeque à realidade local, seleção de variáveis sociodemográficas, dificuldade de acesso aos dados do Censo 2010, *shapefile* de setores censitários e principalmente a falta de dados sobre o saneamento, que é uma questão importante, pois não tem apenas interesse acadêmico, mas é também fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas que sejam mais efetivas.

A partir do acúmulo de conhecimento já realizado, a principal questão que se coloca para o avanço da nossa linha de investigação diz respeito a uma melhor compreensão do fato de os moradores de locais segregados terem pior acesso a serviços públicos e a oportunidades educacionais e econômicas. É necessária e importante a realização de mais estudos aprofundados sobre o tema vulnerabilidade, sua densidade e multiplicidade de facetas que envolvem o sistema socioambiental indissociável em que todos fazemos parte.

Há muitos desafios futuros pois 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 têm 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.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, pela concessão de bolsa de estudos de mestrado através do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará, Embrapa e Museu Paraense Emílio Goeldi. Agradecemos também ao laboratório LASIG-UFPA e ao grupo de pesquisas GEPPAM- UFPA.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. Q.; CARVALHO, P. F. Riscos naturais e sítio urbano – Inundações na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, p. 23 – 45, 2010. <https://doi.org/10.20502/rbq.v11i2.150>
- 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 <https://doi.org/10.15628/geoconexoes.2015.2836>
- 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. <https://doi.org/10.7322/jhgd.157749>
- 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, Denise Ester; PICCILLI, Daniel Gustavo Allasia; BERNARDI, Felipe; FENSTERSEIFER, Paula. Análise de vulnerabilidade visando o planejamento ambiental em bacia de captação para abastecimento público. **Ambiente & Sociedade**, v.21, e00782, out. 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc00782vu1811ao>. Acesso em: maio de 2020.
- CUNHA, José Marcos Pinto da. (Org.) **Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação**. Campinas: Nepo/Unicamp, 2006. p. 169, 195. Disponível em: Acesso em: agosto de 2021.
- DÍAZ, F.R.; LÓPEZ, F.J.B. **Bioestatística**. 1. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- DOW, K., DOWNING, T.E., "Vulnerability research: where things stand", *Human Dimensions Quarterly*, 1995 No. 1, pp. 3-5
- FÁVERO, Luiz; BELFIORE, Patrícia; SILVA, Fabiana; CHAN, Betty. Análise dos dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- GABOR, T., & GRIFFITH, T. K. The assessment of community vulnerability to acute hazardous materials incidents. *Journal of Hazardous Materials*, v.3, n. 4, p.323–333, 1980. DOI:10.1016/0304-3894(80)80004-5. [https://doi.org/10.1016/0304-3894\(80\)80004-5](https://doi.org/10.1016/0304-3894(80)80004-5)

- 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.
- JACOBI, P. **Movimentos sociais e políticas públicas**. São Paulo: Cortez Editora, 1989
- 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. Acesso em: setembro de 2020.
- MAROCO, J. **Análise estatística com a utilização do SPSS**. 3.ed.: 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.
- MITCHELL, J.K. Hazards research. In Gaile, G.L. and Willmott, C.J., editors, *Geography in America*, Columbus, OH: Merrill, 1989 p. 410-24.
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2008v23n45p65>
- 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, Jondison Cardoso; HAZEU, Marcel Theodoor. 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. <https://doi.org/10.24302/drd.v9i0.2457>
- STEINBRENNER., GUERREIRO NETO, G., BRAGANÇA, P., & CASTRO, E. Desastre da mineração em Barcarena, Pará e cobertura midiática: diferenças de duração e direcionamentos de escuta. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**. [Online] v.14, n. 2 p. 307-28, 2020 DOI 10.29397 / reciis.v14i2.2063 Acesso em: agosto de 2021. <https://doi.org/10.29397/reciis.v14i2.2063>
- TIMMERMAN, P. Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climatic Applications. Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Toronto, Canada, 1981.
- TORRES, Haroldo da Gama; MARQUES, Eduardo César Marques; BICHIR, Renata Mirandola, Políticas públicas, pobreza urbana e segregação residencial. In: CUNHA, José Marcos Pinto da. (Org.) *Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação*. Campinas: Nepo/Unicamp, 2006. p. 169, 195. Disponível em: Acesso em: agosto de 2021.
- TORRES, H. Medindo a segregação. In: MARQUES, E.; _____ (Org.). São Paulo: segregação, pobreza urbana e desigualdade social. São Paulo: Editora Senac, 2005.

Recebido em: 13/06/2021

Aceito para publicação em: 17/09/2021