RISCOS

territorium 31 (N.º Especial), 2024, 123-135
journal homepage: https://territorium.riscos.pt/numeros-publicados/
DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_31-extra1_9
Artigo científico / Scientific article

O ESTUDO DAS VULNERABILIDADES SOCIAIS E AMBIENTAIS AOS RISCOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO (RIO DE JANEIRO, BRASIL)*

THE STUDY OF SOCIAL AND ENVIRONMENTAL VULNERABILITIES TO HYDROGEOMORPHOLOGICAL RISKS IN THE MUNICIPALITY OF RIO CLARO (RIO DE JANEIRO, BRAZIL)

Marcelo Costa[1]
ORCID 0000-0003-3945-6358
marcelo.costa1998@unesp.br

Andréa Aparecida Zacharias[2]
0000-0002-9992-7927
andrea.zacharias@unesp.br

Lúcio Cunha[3]
0000-0003-0086-7862
luciogeo@ci.uc.pt

Marcilene dos Santos[4]
0000-0002-4883-1511
marcilene.santos@unesp.br

[1]Universidade Estadual Paulista, GEOCART/CNPq (Brasil)
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, PPGG/Unesp-Rio Claro

[2]Universidade Estadual Paulista, GEOCART/CNPq (Brasil)
Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação, Departamento de Geografia e Planejamento

[3]Universidade de Coimbra, CEGOT (Portugal)
Faculdade de Letras, Departamento de Geografia e Turismo

[4]Universidade Estadual Paulista, Grupo DELTA H, Laboratório de Estudos Geológicos e Geomorfológicos (Brasil)
Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação, Ourinhos, Departamento de Geografia e Planejamento

RESUMO

As grandes transformações antrópicas na paisagem nas últimas décadas, as quais traduzem reflexos dos modos de vida humanos nos territórios, têm levado ao aumento dos estudos de vulnerabilidade social e ambiental, particularmente quando nos apercebemos que estes modos de vida ajudam as pessoas a lidar com os riscos naturais. Em diferentes campos da ciência a vulnerabilidade têm sido abordada a partir da análise de diversas variáveis que influenciam esse fenômeno. No presente trabalho, com o objetivo de analisar a vulnerabilidade social e ambiental do município de Rio Claro/RJ aos riscos hidrogeomorfológicos, foi realizada a análise fatorial exploratória utilizando dados do censo demográfico do IBGE do ano de 2010 e elaborado o mapa de vulnerabilidade social e ambiental. Os mapeamentos indicam que a maior parte dos setores de menor extensão, que são aqueles localizados nas áreas urbanas, apresentam índices de vulnerabilidade mais baixos, enquanto os setores de maior extensão, que são majoritariamente rurais, apresentam média e alta vulnerabilidade. Isso acontece, sobretudo, devido à falta de infraestrutura e recursos nas áreas rurais, que acabam por proporcionar maior vulnerabilidade da população aos riscos hidrogeomorfológicos.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, social, ambiental, análise fatorial exploratória.

ABSTRACT

The major anthropic changes to the landscape in recent decades, which reflect human ways of life in the area, have led to an increase in social and environmental vulnerability studies, particularly when we realize that these ways of life help people to deal with natural hazards. In different fields of science, vulnerability has been approached by analysing the various variables that influence this phenomenon. In the present work, with the aim of analysing the social and environmental vulnerability of the municipality of Rio Claro/RJ to hydrogeomorphological risks, an exploratory factor analysis was carried out using data from the IBGE demographic census of 2010 and a map of social and environmental vulnerability was drawn up. The maps indicate that most of the smaller sectors, which are located in urban areas, have lower vulnerability rates, while the larger sectors, which are mostly rural, have medium and high vulnerability. This is due to the lack of infrastructure and resources in rural areas, which end up making people more vulnerable to hydrogeomorphological risks.

Keywords: Vulnerability, social, environmental, exploratory factor analysis.

* *O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada ao VI Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 06-10-2023, sujeito a revisão por pares a 09-11-2023 e aceite para publicação em 04-01-2024. Este artigo é parte integrante da Revista* ***Territorium****, n.º 31 (N.º Especial), 2024,* © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

O processo de urbanização gerou contribuições substanciais para o avanço econômico e social, permitindo desenvolvimento tecnológico, aumento da quantidade de serviços e, consequentemente, aglomerando um maior número de pessoas nos centros urbanos. Simultaneamente, a urbanização também colaborou para ampliar as vulnerabilidades às diversas situações perigosas (Roy *et al.*, 2021, 2023), que podem ser intensificadas de acordo com as transformações humanas nos diferentes ambientes da/na paisagem.

Ainda que os eventos naturais potencialmente perigosos como movimentos de massa, inundações e tempestades sejam capazes de impactar diversas áreas urbanas, as características socioeconômicas das populações, como desemprego, falta de acesso a serviços e moradias adequadas, idade, literacia e cultura podem colaborar para o aumento da vulnerabilidade da população (Kyprianou *et al.,* 2022). Nessa pespectiva, o estudo prevalente da vulnerabilidade ocorre através da análise espacial dos grupos de indivíduos de uma determinada área, mesmo que nesses grupos de indivíduos os mais pobres, idosos e aqueles que se apresentam menor escolaridade ou deficiências já sejam considerados mais vulneráveis, estes também podem ter exposições desiguais aos processos perigosos naturais, já que possuem diferentes capacidades de resistência e de resiliência aos processos perigosos (Raduszynski e Numada, 2023).

Assim, diante da complexidade da paisagem urbana, a vulnerabilidade pode se manifestar de diferentes formas em contextos particulares, nos quais a categorização em diferentes ambientes de áreas urbanas, visando sua análise espacial, pode ser considerada um desafio (Terés-Zubiaga *et al.,* 2023). No Brasil, onde as desigualdades sociais e ambientais, associadas à ocupação irregular e à ocupação inadequada marcam grande parte das cidades do país (Da Silva *et al.,* 2023, Carvalho *et al.,* 2022), somadas às características de elevadas precipitações, principalmente na região sudeste, onde está inserida a área de estudo, a análise da vulnerabilidade têm papel fundamental na pespectiva de colaborar com ações em prol de mitigar a exposição dos indivíduos aos processos perigosos naturais, corroborando com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) apresentados pela ONU (2020), que dentre outros envidam esforços e metas para que as cidades se tornem mais inclusivas, sustentáveis e resilientes aos diferentes riscos.

Face ao supracitado, este artigo tem como principal objetivo a análise das vulnerabilidades sociais e ambientais, frente aos riscos hidrogeomorfológicos no município de Rio Claro/RJ, tendo como desafios e, também, como objetivos específicos: a) identificação dos fatores sociais, econômicos e ambientais que influenciam no grau de vulnerabilidade social e ambiental no ambiente da paisagem; b) tratamento dos dados estatísticos e espaciais dos diversos fatores identificados pela análise matemático-estatística; e c) quantificação e qualificação do grau de vulnerabilidade social e ambiental para todo o município de Rio Claro/RJ, entendendo seu comportamento na escala espacial-temporal.

O estado da arte sobre os estudos da vulnerabilidade social e ambiental

Devido a complexidade dos conceitos relacionados ao estado da arte, torna-se preciso definir as concepções teórico-metodológicas consideradas, já que, por ser uma temática que percorre transversalmente as geociências, comumente dédalos e equívocos são comuns no seu entendimento.

O estudo da vulnerabilidade proposto nesta pesquisa é resultado de discussões provenientes pelas escolas norte-americana (Cutter, 1996 e Cutter *et al.*, 2003), portuguesa (Mendes *et al.*, 2009, 2011 e Cunha *et al.*, 2011) e luso-brasileira (Freitas e Cunha, 2013; Freitas *et al.,* 2013; Bortoletto, 2016; Zucherato, 2018 e Guerra, 2020), para obter a Escola Brasileira (Rizato, 2022; Rizato *et al.*, 2022), onde é possível ampliar as variáveis ambientais conforme as características e realidades de países tropicais. Assim, seu entendimento é complexo devido às múltiplas dimensões sociais, econômicas, políticas e culturais envolvidas (Cutter, 1996), onde passa a ser defenida e entendida como "[...] *the characteristics of a person or group and their situation that influence their capacity to anticipate, cope with, resist and recover from the impact of a natural hazard (an extreme natural event or process). It involves a combination of factors that determine the degree to which someone's life, livelihood, property and other assets are put at risk by a discrete and identifiable event (or series or cascade of such events) in nature and in society*" (Wisner *et al.,* 2003, p.11). Também, ao refletir sobre a vulnerabilidade, as concepções apresentadas por Veyret e Reghezza (2005), ao mesmo tempo que a entendem como independente da existência dos processos perigosos, já que se refere essencialmente às características dos indivíduos ou de um grupo social, afirmam que a vulnerabilidade, igualmente, pode ser revelada pelo perigo em situações de crise.

Assim, a vulnerabilidade, neste trabalho, é compreendida como uma das dimensões do risco, que juntamente com a perigosidade ou *hazard/aléa,* que se caracteriza como a probabilidade de ocorrência de um processo causador de dados variando no espaço e no tempo, compõem o risco (Rebelo, 2010; Cunha e Leal, 2012; Freitas *et al.*, 2013; UNDRR, 2016).

Destarte, ainda consideramos a vulnerabilidade na sua perspectiva ambiental, que quando associada à vulnerabilidade social, conforme as contribuições pelas pesquisas luso-brasi-

leiras (Bortoletto, 2016; Zucherato, 2018 e Guerra, 2020), é possível inserir diferentes variáveis ambientais, relacionadas com as variaveis sociais, durante a integração dos dados, o que resulta em uma cartografia de síntese, denominada como mapa de vulnerabilidade social e ambiental. Assim, a perspectiva ambiental no estudo das vulnerabilidades, pela escola luso-brasileira, se deve ao uso de variáveis como: coleta de lixo, acúmulo de lixo, existência de bueiros, tratamento de esgoto e outras informações na realização da Análise Fatorial Exploratória (AFE) para a representação cartográfica destas informações, que acabam por colaborar para um resultado cartográfico que melhor representa o ambiente da paisagem. Quanto às demais variáveis sociais, ainda que exista um consenso da importância de se considerarem informações relacionadas com a educação, etnia, gênero, idade, salários, demografia, habitação e saúde (Cutter *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2021), Raduszynski e Numada (2023) frisam a necessidade de sempre expandir as abordagens utilizando os dados públicos disponíveis para aprofundar o conhecimento sobre vulnerabilidade e exposição dos indivíduos aos riscos.

Seguindo essa perspectiva de integrar diferentes variáveis ambientais, Rizato (2022) e Rizato *et al.* (2022), apresentam os 5 (cinco) momentos da proposta metodológica da Escola Brasileira, vinculada ao Grupo de Pesquisa Geotecnologias e Cartografia aplicadas à Geografia/CNPq/Brasil, com adaptações, a partir do uso de tratamento matemático-estatístico, classificação pela média mais ou menos o desvio padrão, técnica de densidade de Kernel, agrupamento e reclassificação das classes (método natural breaks de Jenks), Análise Multicritério a Decisão (AMD) e Processos de Análise Hierárquica (AHP), que somados às análises da verticalidade (escala taxonômica) e horizontalidades (componentes e fenômenos geográficos) do/no ambiente da paisagem (Zacharias e Ventorini, 2021 e Zacharias *et al.*, 2021), passam a integrar as variáveis sociais (criticidade), as variáveis infraestruturais (capacidade de suporte) e as variáveis ambientais em ambiente SIG, para a modelagem cartográfica e ambiental da vulnerabilidade social e ambiental com o intuito de obter a cartografia dos riscos socioambientais "[...] *como forma de auxiliar as políticas públicas municipais com inventários e diagnósticos* [...], *em áreas de potencial desequilíbrio ambiental e que necessitam de monitoramento frente ao avanço urbano*" (Rizato, 2022, p.5).

Área de Estudo

O município de Rio Claro (fig. 1) situa-se na região sul fluminense do Estado do Rio de Janeiro e está inserido entre as escarpas da Serra do Mar e o Vale do Paraíba. Sua localização colabora para um relevo predominantemente ondulado com média e alta declividade, classificado por Ab'sáber (2005) como Domínio Morfoclimático de Mares de Morros.

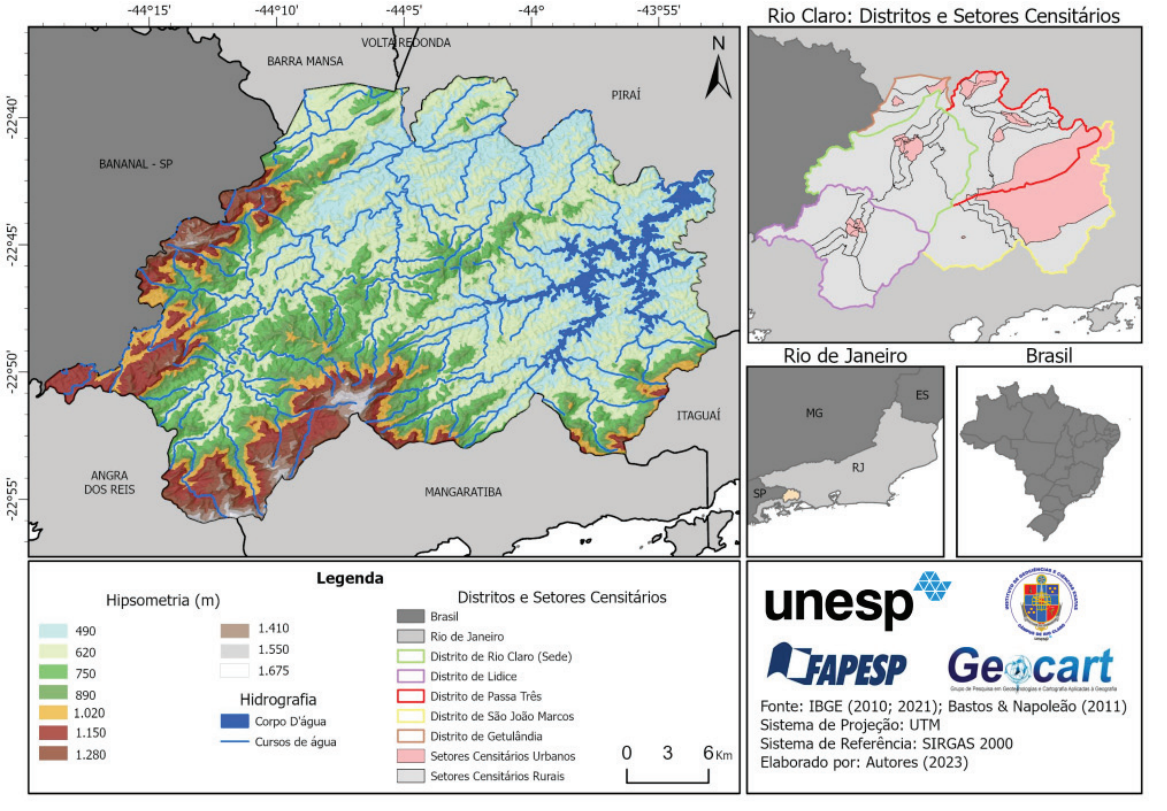

Fig. 1 - Enquadramento geográfico da área de estudo - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

***Fig. 1 -** Geographical framework of the study area - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brazil.*

O desenvolvimento humano na região se iniciou tardiamente em relação às áreas litorais, devido à dificuldade de acesso através das áreas íngremes e da vegetação densa. O avanço da população foi estimulado pelo forte desenvolvimento da plantação de café no século XIX em toda região, que contribuiu para o processo de desmatamento (Gaspar, 2013; Aguiar, 2017). Após a abolição da escravatura e a mudança da cultura do café para o estado de São Paulo, principalmente, as grandes fazendas de café da região se transformaram em áreas de pastagens para o desenvolvimento de bovinocultura (IBGE, 2024), que marcam até hoje a economia do município e, consequentemente, o uso e ocupação da terra ao longo de toda sua delimitação.

Ao discutir sobre a região, Costa (2023, p. 38) afirma que "[...] *além do desmatamento, que é uma característica presente em grande parte da região tropical úmida, devido às características históricas da região, a alta pluviosidade também faz parte da área de estudo. Por estar localizada na região do trópico úmido e também, por ser um território inserido entre as escarpas da Serra do Mar e o Vale do Paraíba, é uma área que sofre com a alta pluviosidade e consequentes eventos desastrosos, impactando a sociedade*".

As médias pluviométricas da região onde está inserido o Município de Rio Claro são superiores a 1500 mm anuais, podendo chegar a mais de 1700 mm. Tais dados podem ser relacionados com a proximidade das escarpas da Serra do Mar, que submete a região às chuvas orográficas (Costa *et al.*, 2012). Decorrente dessas características pluviométricas, associadas às características de declividade e hipsometria, densidade de lineamentos/estruturas geológicas, os eventos perigosos de natureza hidrogeomorfológica são recorrentes.

Ademais, também é importante apresentar o quantitativo populacional (fig. 2), que segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) a estimativa da população é de aproximadamente 18.000 habitantes.

Metodologia

Esta pesquisa adota métodos quantitativos e qualitativos para a análise do tema proposto, tendo como premissa os caminhos metodológicos apresentados pela Escola Brasileira (Zucherato, 2018; Rizato, 2022 e Rizato *et al.*, 2022), que em seu primeiro momento aplica a investigação matemático-estatística do Índice de Vulnerabilidade Social e Ambiental de Cutter (SoVI; Cutter *et al.*, 2003), a partir da aplicação da Análise Fatorial Exploratória (AFE).

A AFE trata de uma organização matemático-estatística dos dados de forma a permitir que as variáveis que mais contribuem com objeto de estudo apareçam, destacando-se das demais. Todavia, como qualquer procedimento quanti-estatístico, exige cuidado no tratamento dos dados para que esses expressem efetivamente informações confiáveis sobre a vulnerabilidade do lugar (Rizato, 2022, p. 50).

E, para isso, a Escola Brasileira apresenta adaptações das metodologias: a) já utilizadas e divulgadas no meio científico por Cutter (1996; 2003; 2011),Cunha *et al.*, 2011, Mendes *et al.*, (2011), Alves (2006), sobre a AFE, buscando adequá-las às realidades de áreas de estudo que se localizam em regiões tropicais; b) divulgadas pelas parcerias luso-brasileiras publicadas por Freitas e Cunha (2012; 2013), Freitas; Rossetti; Oliveira (2015), Bortoletto e Freitas (2016), Bortoletto (2016), Zucherato (2018) e Guerra (2020).

Posto o método, para os caminhos metodológicos do mapeamento das vulnerabilidades sociais e ambientais de Rio Claro/RJ, foram utilizados os dados disponibilizados pelo censo demográfico do IBGE em 2010, visando a realização da AFE. Os dados selecionados representam as características específicas dos domicílios, seu entorno e da população, que segundo Cutter *et al.* (2003), suas informações servem de base para a AFE, por indicarem quais são as relações entre elas e quais as variáveis que mais influenciam a vulnerabilidade.

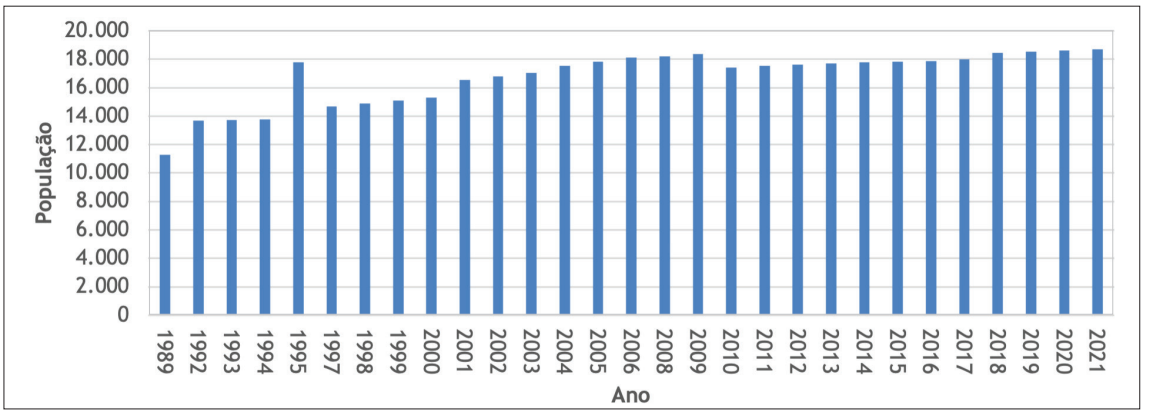

Fig. 2 - Evolução populacional da área de estudo - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil (Fonte de dados: IBGE, 2021).

***Fig. 2** - Population evolution of the study area - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brazil (Data source: IBGE, 2021).*

Cutter (2003) entende que para a obtenção da vulnerabilidade, há de identificar as variáveis que representam as características sociais (criticidade) e as características infra estruturais e comportamentos que colaboram para que a comunidade possa reagir aos desastres (capacidade de suporte). Contudo, a Escola Brasileira ao propor o mapeamento da vulnerabilidade social e ambiental, incorpora também as características ambientais.

Deste modo, os dados foram organizados considerando a dimensão da vulnerabilidade social e da vulnerabilidade ambiental, permitindo obter os mapas que expressam as duas dimensões, que posteriormente com a aplicação da álgebra de mapas, dão origem ao mapa de vulnerabilidade social e ambiental de Rio Claro/RJ, conforme as etapas descritas a seguir.

Seleção das variáveis

A seleção das variáveis dos 58 setores censitários (28 urbanos e 30 rurais), levou em consideração as recomendações indicadas por Zucherato (2018), que analisou diversos estudos sobre vulnerabilidade e identificou determinados grupos de variáveis como mais relevantes. Ao adaptar para nossa proposta de análise, que considera duas dimensões, os grupos de variáveis mais relevantes foram: a) para dimensão social (idade, gênero, etnia, número de moradores, condições de moradia, rendimento e educação) e; b) para dimensão ambiental (ambiente e serviços básicos). As variáveis finais podem ser analisadas a seguir (Tabela I).

Realização da Análise Fatorial Exploratória

Os dados foram analisados no Software IBM - *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), que "[...] *é uma poderosa ferramenta informática que permite realizar cálculos estatísticos complexos, e visualizar os seus resultados, em poucos segundos. Não obstante, dois óbices interpõem-se entre as boas intenções do utilizador e o seu objetivo: saber que testes estatísticos utilizar para responder às suas questões; e interpretar corretamente os resultados do cálculo estatístico efetuado*" (Pereira e Patrício, 2020, p. 15). Assim, a escolha dos critérios para rodagem dos dados no IBM-SPSS é fundamental para um resultado de qualidade. Para isso, foram considerados os critérios apresentados a seguir (Tabela II).

Ao realizar a análise fatorial exploratória, foram retiradas 5 variáveis da dimensão social e 2 variáveis da dimensão ambiental dos dados iniciais, pois apresentaram entre si correlações superiores a 0,8. O resultado matemático-estatístico, tanto das variáveis da dimensão social como da ambiental ficaram dentro dos critérios previstos (Tabela II). Para a dimensão social, onde as correlações entre as variáveis tiveram valores entre 0,05 e 0,8, o teste KMO foi de 0,642. Todas as comunalidades tiveram valores superiores a 0,5, sendo, aproximadamente, 82 % acima de 0,7. Os 6 fatores resultantes da análise estatística (Tabela III) explicam 77,48 % da variância total. Já para a dimensão ambiental, onde as correlações entre as variáveis tiveram valores entre 0,05 e 0,8, o teste

Tabela I - Variáveis finais da Análise Fatorial Exploratória.
***Table I -** Final Variables of the Exploratory Factor Analysis.*

Nº	Variável Base - Vulnerabilidade Social
01	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)
02	Domicílios particulares permanentes próprios e quitados
03	Domicílios particulares permanentes com 1 morador
04	Domicílios particulares permanentes sem morador do sexo masculino
05	Mulheres moradoras em domicílios particulares e domicílios coletivos
06	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1salário mínimo
07	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 3 salários mínimos
08	Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita
09	Pessoas responsáveis, do sexo feminino
10	Pessoas responsáveis alfabetizados
11	Filhos(as) ou enteados(as) alfabetizados(as) com 10 ou mais anos de idade em domicílios particulares
12	Pais, mães ou sogros(as) alfabetizados(as) com 20 ou mais anos de idade em domicílios particulares
13	Pessoas residentes e cor ou raça – preta, amarela, parda, indígena (não brancos).
14	Pessoas com menos de 1 ano de idade
15	Pessoas entre 1 e 5 anos de idade
16	Pessoas com 70 anos de idade ou mais
17	Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, do sexo feminino
Nº	**Variável Base - Vulnerabilidade Ambiental**
01	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
02	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado
03	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica
04	Domicílios particulares permanentes – Existe pavimentação
05	Domicílios particulares permanentes – Existe calçada
06	Domicílios particulares permanentes – Existe bueiro/boca-de-lobo
07	Domicílios particulares permanentes – Existe arborização
08	Domicílios particulares permanentes – Não existe esgoto a céu aberto
09	Domicílios particulares permanentes – Não existe lixo acumulado nos logradouros
10	Domicílios particulares permanentes – Existe iluminação pública

Elaborado pelos autores em 2023 / *Developed by the author in 2023.*

Tabela II - Critérios para análise dos dados no IBM-SPSS.

***Table II -** Criteria for data analysis in IBM-SPSS.*

Tipo de critério	Saída da AFE	Descrição
Critérios de validação do modelo	Matriz de correlações	Maior parte das correlações entre as variáveis inseridas com valor compreendido entre 0,05 e 0,8.
	Teste de KMO	Valor mínimo do teste KMO de 0,5, sendo desejável valores acima de 0,7.
	Comunalidades	Valor mínimo das comunalidades de 0,5 (50 % da variância compartilhada).
Critérios para decisão do número de fatores a reter	Tabela da variância explicada	Os fatores retidos devem explicar no mínimo 60 % da variância explicada do modelo obtido.
	Exame do gráfico de escarpa	Serão retidos todos os fatores com autovalor igual ou superior a 1.
Critério para determinação das variáveis que compõem cada fator retido	Matriz de componente rotativo	A rotulação dos fatores leva em conta o valor obtido pela matriz de componente rotativo, sendo cada variável incluída como pertencente ao fator em que contribuir mais.

Fonte/*Source*: Zucherato, 2018.

Tabela III - Fatores da Vulnerabilidade Social resultante da Análise Fatorial Exploratória.

***Table III -** Social Vulnerability Factors resulting from Exploratory Factor Analysis.*

Variáveis dos Fatores	1	2	3	4	5	6
Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1salário mínimo	-.852					
Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)	.836					
Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 3 salários mínimos	.787					
Domicílios particulares permanentes sem morador do sexo masculino	.664					
Filhos(as) ou enteados(as) alfabetizados(as) com 10 ou mais anos de idade em domicílios particulares		**.877**				
Domicílios particulares permanentes com 1 morador		**-.860**				
Domicílios particulares permanentes próprios e quitados		**.689**				
Mulheres moradoras em domicílios particulares e domicílios coletivos		**.645**				
Pessoas entre 1 e 5 anos de idade		**.541**				
Pessoas residentes e cor ou raça – preta, amarela, parda, indígena (não brancos).		**-.494**				
Pais, mães ou sogros(as) alfabetizados(as) com 20 ou mais anos de idade em domicílios particulares			**.845**			
Pessoas responsáveis, do sexo feminino			**.728**			
Pessoas com menos de 1 ano de idade				**.877**		
Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita					**.878**	
Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, do sexo feminino					**.586**	
Pessoas responsáveis alfabetizados						**.777**
Pessoas com 70 anos de idade ou mais						**-.590**

Elaborado pelos autores em 2023 / *Developed by the author in 2023.*

KMO foi de 0,860. Todas as comunalidades tiveram valor superior a 0,5, sendo 87 % acima de 0,7; e os 2 principais fatores resultantes da análise estatística (Tabela IV) explicam 81,26 % da variância total.

A adequada interpretação dos fatores e das variáveis que as compõem, considerando a finalidade prevista dos estudos, é fundamental. Neste trabalho, com objetivo de estudar as vulnerabilidades sociais e ambientais aos riscos hidrogeomorfológicos, os fatores foram avaliados tendo contribuição positiva ou negativa ao fenômeno que está sendo modelado (Tabela V).

Elaboração dos mapas de vulnerabilidade social e ambiental

Após atingir os valores finais da análise fatorial, foram realizados os cálculos (Eq.1 e 2) para obter os valores por setores censitários para a dimensão social e ambiental,

Tabela IV - Fatores da Vulnerabilidade Ambiental resultante da Análise Fatorial Exploratória.

***Table IV** - Environmental Vulnerability Factors resulting from Exploratory Factor Analysis.*

Variáveis dos Fatores	1	2
Domicílios particulares permanentes – Não existe esgoto a céu aberto	.922	
Domicílios particulares permanentes – Existe iluminação pública	.896	
Domicílios particulares permanentes – Existe bueiro/boca-de-lobo	.893	
Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral	.867	
Domicílios particulares permanentes – Existe arborização	**.864**	
Domicílios particulares permanentes – Existe calçada	.773	
Domicílios particulares permanentes com energia elétrica		**.918**
Domicílios particulares permanentes com lixo coletado		**.763**

Elaborado pelos autores em 2023 / *Developed by the author in 2023.*

Tabela V - Contribuição dos Fatores da Vulnerabilidade Social.

***Table V** - Contribution of Social and Environmental Vulnerability Factors.*

Fator	Social	Contribuição
1	Esse fator é composto por variáveis predominantemente relacionadas ao **rendimento**.	Negativa
2	Esse fator é composto por variáveis que representam diferentes **características sociais e econômicas.**	Negativa
3	Esse fator é composto por variáveis relacionadas a **alfabetização e renda.**	Negativa
4	Esse fator é composto por uma única variável relacionada a **idade.**	Positiva
5	Esse fator é composto por variáveis relacionadas exclusivamente com a **renda.**	Positiva
6	Esse fator é composto por variáveis relacionadas a **alfabetização** e **idade.**	Negativa
Fator	**Ambiental**	**Contribuição**
1	Esse fator é composto por variáveis predominantemente **ambientais.**	Negativa
2	Esse fator é composto por variáveis relacionadas aos **serviços básicos.**	Negativa

Elaborado pelos autores em 2023 / *Developed by the author in 2023.*

que permitiram a espacialização do fenômeno em ambiente SIG (ArcGIS Pro 3.1). As contribuições positivas (+) e negativas (-) foram inseridas na fórmula conforme a contribuição de cada fator.

$$VS = -(V_1 \times F_1) - (V_2 \times F_2) - (V_3 \times F_3) + (V_4 \times F_4) + (V_5 \times F_5) - (V_6 \times F_6) \quad \text{Eq. 1}$$

$$VA = -(V_1 \times F_1) - (V_2 \times F_2) \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

VS = Vulnerabilidade Social.

VA = Vulnerabilidade Ambiental

Fn = Valor do fator para cada unidade de análise
Vn = Percentagem de variância explicada de cada fator obtido

Os valores finais de vulnerabilidade social e ambiental foram equacionados através de uma transformação linear quadrática, para que sua representação em uma escala comum fosse possível, conforme realizado em Zucherato (2018) e Rizato (2022). O índice de Vulnerabilidade foi classificado a partir do método da média mais ou menos o desvio padrão em 5 classes, já que este "[...] *mostra quanto o valor de atributo da feição varia a partir da média ajudando a enfatizar valores acima e abaixo da média*" (Rizato, 2022, p.20) e, posteriormente, os valores foram reclassificados em muito baixa (1), baixa (2), média (3), alta (4) e muito alta vulnerabilidade (5). O mapa síntese da vulnerabilidade social e ambiental foi obtido a partir da álgebra e integração de dados, entre os dois mapas supracitados (VS e VA) e observados pela Eq.3.

$$VSA = VS \times VA \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

VSA = Vulnerabilidade Social e Ambiental

VS = Vulnerabilidade Social

VA = Vulnerabilidade Ambiental

A metodologia realizada permitiu obter o mapa de vulnerabilidade social (fig.3), vulnerabilidade ambiental (fig.4) e o produto final - mapa de vulnerabilidade social e ambiental (fig.5), que são apresentados a seguir.

O mapa de vulnerabilidade social (fig. 3) representa as características socioeconômicas da população de Rio Claro/RJ. Os setores com muito alta (25,65 %), alta (32,48 %) e média vulnerabilidade (33,69 %) estão maioritariamente na área rural, enquanto os setores com baixa (7,24 %) e muito baixa (0,94 %) vulnerabilidade estão maioritariamente nos centros urbanos dos distritos de Lídice, Passa Três e Rio Claro. Essa espacialização reflete a realidade de outras áreas de estudo no Brasil, onde as áreas rurais são caracterizadas pela presença de uma população mais idosa e com mais baixa renda, o que

contribui para o aumento da vulnerabilidade. Enquanto isso, as áreas urbanas disponibilizam melhor acesso a educação e melhores salários, dada a disponibilidade de maiores oportunidades.

Ao analisarmos os fatores que foram gerados pela análise matemático-estatística (Tabela IV e V), identifica-se que os grupos de variáveis que mais influenciam na vulnerabilidade social são, predominantemente, rendimento, alfabetização e idade, corroborando com o pressuposto de que normalmente são as áreas urbanas que oferecem mais infraestrutura e serviços socioeconômicos.

Na mesma perspetiva, no mapa de vulnerabilidade ambiental (fig.4), os setores urbanos de Rio Claro, Lídice e Passa Três apresentam muito baixa (0,3 %) e baixa (2,02 %) vulnerabilidade maioritariamente, enquanto apenas 3 setores representam média vulnerabilidade (1,32 %) e os demais, alta (18,98 %) e muito alta vulnerabilidade (77,37 %).

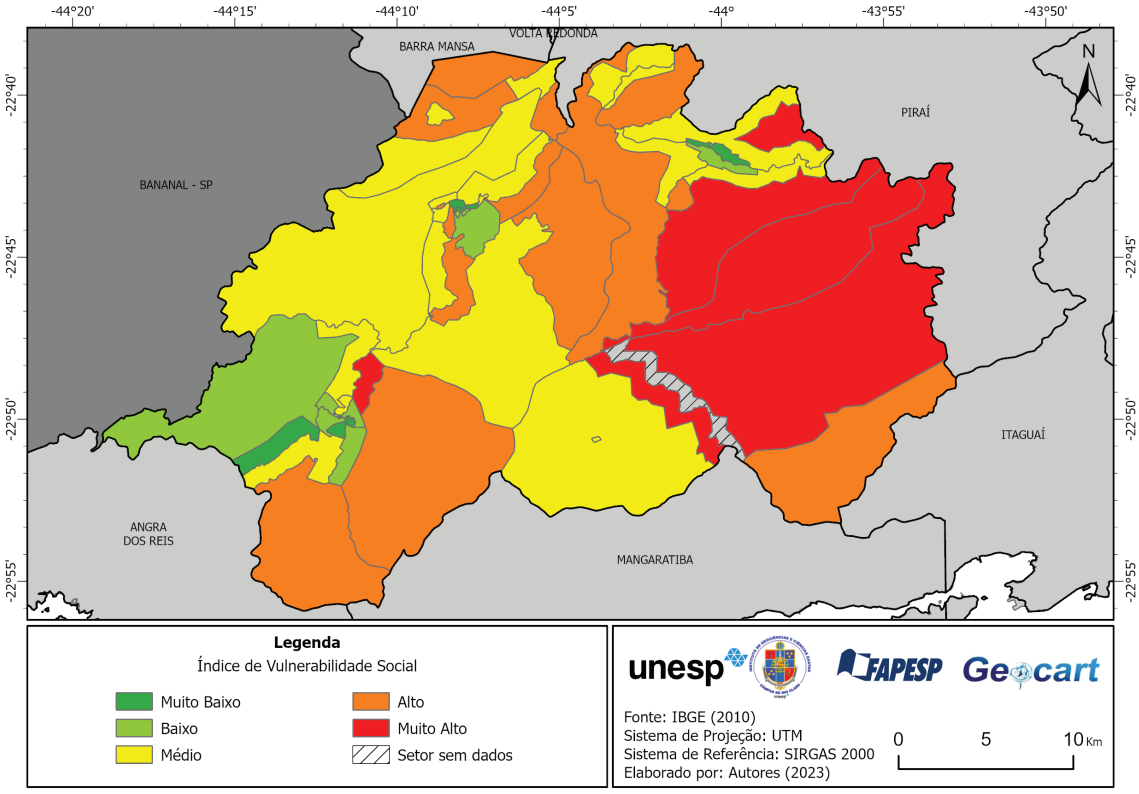

Fig. 3 - Mapa de vulnerabilidade social - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

***Fig. 3** - Social vulnerability map - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brazil.*

A interpretação dos fatores gerados pela análise matemático-estatística (Tabela IV e V) indicam que os grupos de variáveis que mais influenciam na vulnerabilidade ambiental são: serviços básicos e infraestrutura ambiental, que comumente estão mais presentes nas áreas urbanas em detrimento das rurais. Tanto na vulnerabilidade social como na ambiental, os índices de vulnerabilidade são menores nos setores urbanos, corroborando com estudos como o de Rizato (2022), onde o autor também identifica que nos centros urbanos predominam os serviços e infraestruturas, enquanto que nas áreas periféricas há uma redução dos equipamentos urbanos. Em consonância, Schelhas *et al.* (2012) e Ge *et al.* (2021) discutem que as pessoas de áreas rurais e urbanas passam por diferentes exposições, devido ao acesso desigual aos equipamentos que colaboram para a sobrevivência e resiliência.

Pelo mapa de vulnerabilidade social e ambiental (fig. 5), pode-se observar que os setores censitários menores, que são maioritariamente urbanos, apresentaram muito baixa (2,30 %) e baixa vulnerabilidade (7,36 %). Enquanto os demais setores censitários apresentaram média (32,31 %), alta (51,19 %) e muito alta vulnerabilidade (6,84 %), que estão maioritariamente na zona rural.

O mapa síntese também é composto por alguns registros iconográficos de 8 pontos de observação, que ajudam a entender a paisagem da área de estudo: 1) Registro realizado em uma propriedade no Distrito de Getulândia, no qual sofreu severamente com intenso

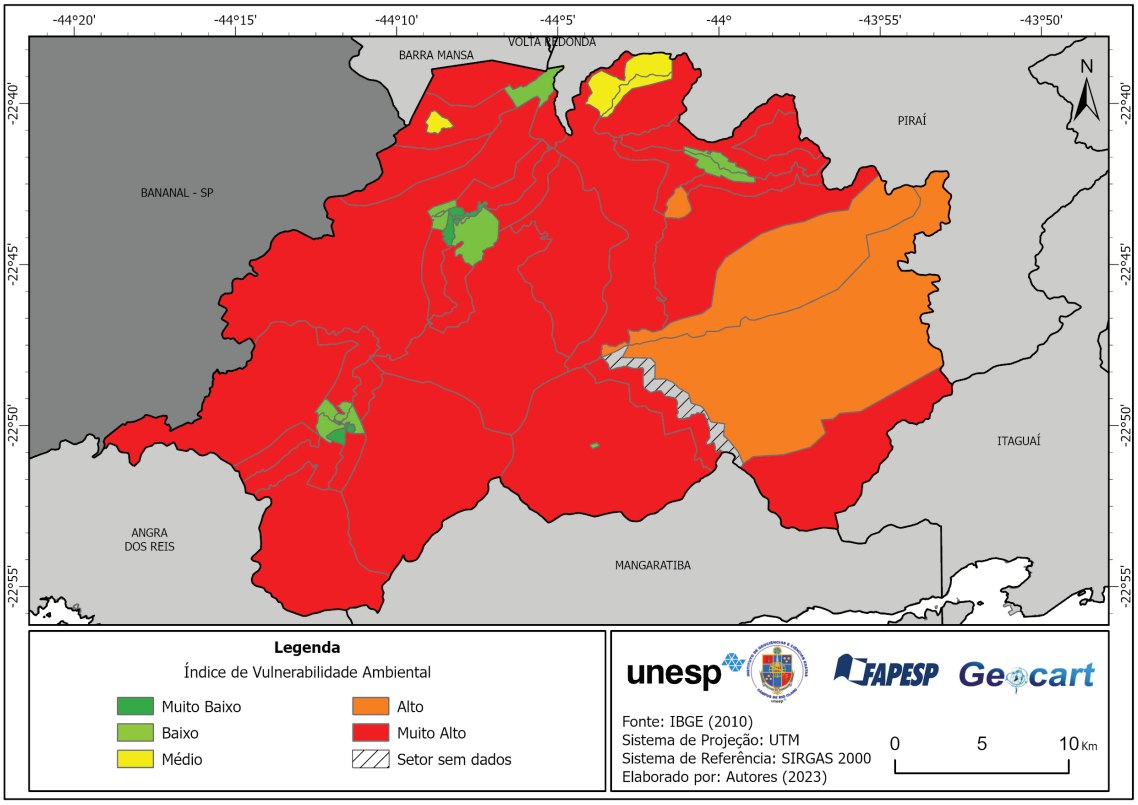

Fig. 4 - Mapa de vulnerabilidade ambiental - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

***Fig. 4 -** Environmental vulnerability map - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brazil.*

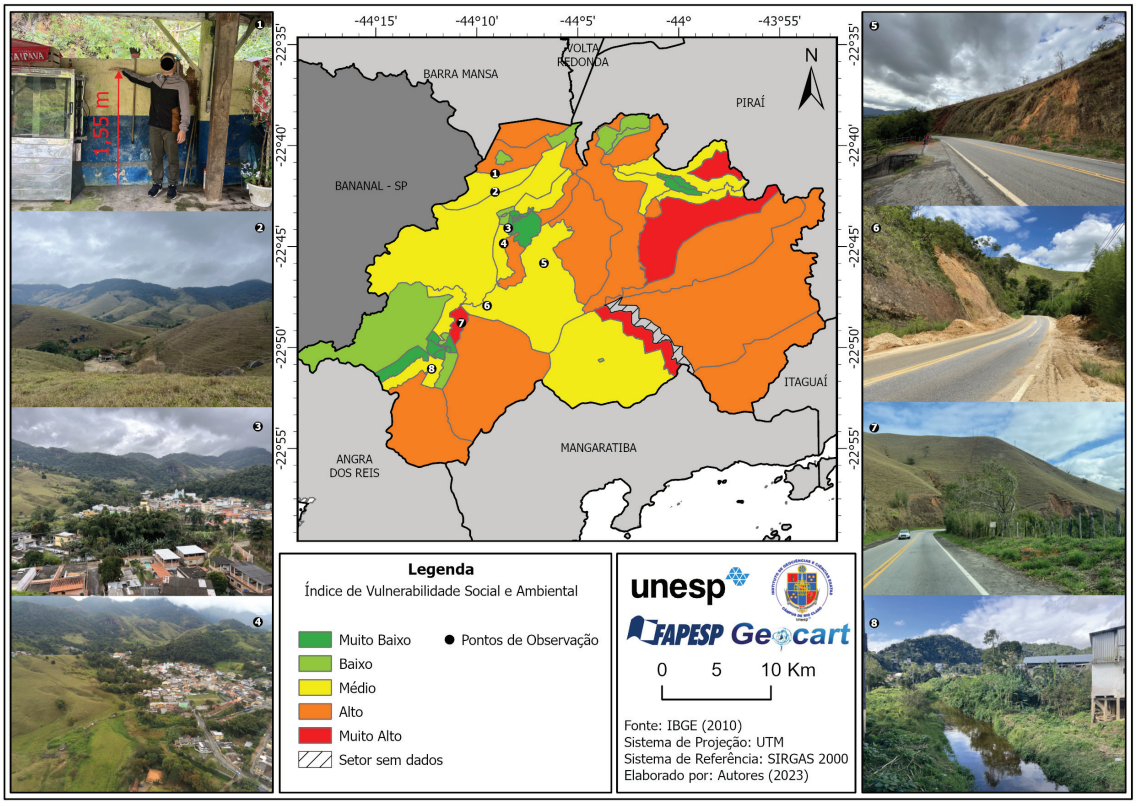

Fig. 5 - Mapa de vulnerabilidade social e ambiental - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

***Fig. 5 -** Social and environmental vulnerability map - Rio Claro, Rio de Janeiro, Brazil.*

fluxo de água do rio, após período de chuva intensa a jusante na bacia hidrográfica. A proprietária relatou que a água atingiu aproximadamente 1,55 metros de altura; 2) Caracterização da paisagem rural do Distrito de Getulândia; 3 e 4) Caracterização da paisagem urbana do Distrito Rio Claro (sede); 5,6 e 7) Caracterização de alguns trechos das rodovias; e 8) Caracterização da paisagem do Distrito de Lídice, que tem passado por severas inundações nos últimos anos.

A predominância do índice de vulnerabilidade social e ambiental muito baixo e baixo nos setores urbanos e o índice de vulnerabilidade social e ambiental médio, alto e muito alto nos setores rurais, refletem os dois mapas apresentados *a priori*, nos quais se indica que as zonas rurais carecem de serviços e infraestruturas que colaborem para a redução da vulnerabilidade da população.

A seguir pode-se analisar a área ocupada por cada índice de vulnerabilidade e o quantitativo populacional de cada classe (Tabela VI). Para a síntese da vulnerabilidade social e ambiental destaca-se a alta e média vulnerabilidade em extensão territorial, mas que representam apenas 8,67 % e 14,35 % da população respetivamente. Já os setores com muito baixa e baixa vulnerabilidade destacam-se pela pouca extensão territorial que ocupam, mas em contrapartida, representam 55,91 % e 20,33 % da população respetivamente, que juntos somam mais de 70 % de toda população da área de estudo.

Conclusões

A metodologia aplicada permitiu identificar claramente os setores censitários mais e menos vulneráveis aos riscos hidrogeomorfológicos no Município de Rio Claro/RJ. Os resultados cartográficos indicam que as áreas rurais são mais vulneráveis em detrimento das urbanas, seguindo uma tendência já identificada em outras pesquisas. Os fatores resultantes das análises matemático-estatística sinalizam quais são as variáveis que mais influenciam em relação as demais, sendo elas: rendimento mensal, alfabetização e infraestrutura ambiental, que servem de direcionamento para estudos futuros com objetivo de propor ações do poder público para mitigar tais vulnerabilidades.

Contudo, existem algumas limitações, como: o uso dos dados do censo demográfico de 2010, que não representam a atual população, mas como o censo demográfico está sendo realizado e será publicado em breve, esta pesquisa servirá de base para comparação da vulnerabilidade social e ambiental de 2010 e atualmente. Ainda vale ressaltar que um estudo comparativo poderá analisar também as políticas públicas desenvolvidas neste período e suas influências na mudança da vulnerabilidade.

Outra limitação da pesquisa foi o uso apenas de variáveis do censo demográfico por setores censitários, já que, devido as áreas dos setores serem grandes, há uma generalização significativa das informações nesses setores. Para contornar tal limitação, deixamos como recomendação a coleta de dados pontuais que podem ser utilizados para colaborar no entendimento das vulnerabilidades, como: escolas, hospitais, delegacias e outras informações de equipamentos urbanos, como foi realizado em Rizato (2022).

Por fim, podemos afirmar que a robusta metodologia de análise fatorial se mostra um importante procedimento para identificar e entender a vulnerabilidade da área estudada em seus diferentes graus, já que permite analisar uma série de variáveis consideradas relevantes para o estudo de determinado fenômeno. Ainda que esta pesquisa apresente as limitações citadas, os resultados são significativos e servem de base para estudos futuros.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP/Brasil): Processo 2021/01774-6, 2022/08083-1, 2022/15464-1, 2023/09163-1.

Referências bibliográficas

Ab'Saber, A. N. (2005). *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê editorial.

Aguiar, F. R. (2017). *O pagamento de serviços ambientais sob a ótica do produtor rural no município de Rio Claro/RJ*. [Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Políticas Públicas,

Table VI - Análise estatística das áreas de vulnerabilidade social, ambiental e social e ambiental.

***Table VI -** Statistical analysis of areas of social, environmental, and social and environmental vulnerability.*

Grau Vulnerabilidade	Social		Ambiental		Social e ambiental	
	Pop.	Área Ocupada (%)	Pop.	Área Ocupada (%)	Pop.	Área Ocupada (%)
Muito Baixa	2786	0,94	4520	0,30	9711	2,30
Baixa	5721	7,24	8045	2,02	3531	7,36
Média	5943	33,69	1018	1,32	2493	32,31
Alta	2764	32,48	158	18,98	1506	51,19
Muito Alta	154	25,65	3627	77,37	127	6,84

Elaborado pelos autores em 2023 / *Developed by the author in 2023.*

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial e Políticas Públicas – Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Câmpus Seropédica]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações UFRRJ. URL: https://tede.ufrrj.br/jspui/handle/jspui/2366

Bastos, J., & Napoleão, P. (2011). Estado do ambiente: indicadores ambientais do Rio de Janeiro. INEA, SEA: Rio de Janeiro. URL: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro_O-Estado-do-Ambiente.pdf

Bortoletto, K. C. (2016) *Estudo das vulnerabilidades social e ambiental em áreas de riscos de desastres naturais no município de Caraguatatuba*. [Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP.]. Repositório Institucional Unesp. URL: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154915

Carvalho, C., Del Campo, A. G., & de Carvalho Cabral, D. (2022). Scales of inequality: The role of spatial extent in environmental justice analysis. *Landscape and Urban Planning*, 221, 104369. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104369

Chen, Y., Liu, T., Ge, Y., Xia, S., Yuan, Y., Li, W., & Xu, H. (2021). Examining social vulnerability to flood of affordable housing communities in Nanjing, China: Building long-term disaster resilience of low-income communities. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102939. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102939

Costa, A. O., Salgado, C. M., & Dinali, Y. T. (2012). Caracterização da precipitação no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul Fluminense (RJ). *Revista Geonorte*, Edição Especial 2, 3(9), 1000-1013. URL: https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2557

Costa, M. (2023). *A Análise Fatorial Exploratória (AFE) e o Processo Analítico Hierárquico (AHP) no mapeamento das áreas com vulnerabilidades socias e ambientais aos riscos hidrogeomorfológicos: o estudo dos movimentos de massa em Rio Claro – RJ*. [Texto de Qalificação de Mestrado em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP].

CPRM. (2019). *Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: Município de Rio Claro – RJ*. URL: http://dspace.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/21434

Cunha, L., Mendes, J. M., Tavares, A. O. & Freiria, S. (2011). Construção de modelos de avaliação de vulneabilidades social a riscos naturais e tecnológicos. O desafio das escalas. In: Santos, N., Cunha, L. (Eds). *Trunfos de uma Geografia Activa: Desenvolvimento local, ambiente, ordenamento e tecnologia*. Coimbra, Portugal: Imprensa da Universidade de Coimbra, 627-637. DOI: https://doi.org/10.14195/978-989-26-0244-8_71

Cunha, L., & Leal, C. (2012). Natureza e sociedade no estudo dos riscos naturais. Exemplos de aplicação ao ordenamento do território no município de Torres Novas (Portugal). As novas geografias dos países de língua portuguesa: paisagens, territórios e políticas no Brasil e em Portugal (II), *Geografia em Movimento*, 47-66, 2012.

Cutter, S. L. (1996). Vulnerability to environmental hazard. *Progress in Human Geography,* 40(4), 529-539. DOI: https://doi.org/10.1177/030913259602000400

Cutter, S. L. (2003). The vulnerability of science and the science of vulnerability. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(1), 1-12.

Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quartely,* 84(2), 242-261. DOI: https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002

Da Silva, R. G. P., Lima, C. L., & Saito, C. H. (2023). Urban green spaces and social vulnerability in Brazilian metropolitan regions: Towards environmental justice. *Land Use Policy*, 129, 106638. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106638

Freitas, M. I. C., & Cunha, L. (2013). Cartografia da vulnerabilidade socioambeintal: convergencias e divergencias a partir de algunas experiências em Portugal e no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 5(1), 15-31. DOI: https://doi.org/10.7213/urbe.7783

Freitas, M. I. C., Cunha, L., & Ramos, A. (2013). Vulnerabilidade socioambiental de concelhos da Região Centro de Portugal por meio de sistema de informação geográfica. *Cadernos de Geografia*, 32, 313-322. DOI: https://doi.org/10.14195/0871-1623_32_28

Gaspar, C. B. (2013). A História da Estrada de Mangaratiba, atual RJ 139. In: Fernandes, N., Coelho, O. G. P (eds.). *História e Geografia do Vale do Paraíba*. Rio de Janeiro: Instituto Histórico e Geográfico de Vassouras, CREA-RJ, Prefeitura de Vassouras.

Ge, Y., Dou, W., Wang, X., Chen, Y., & Zhang, Z. (2021). Identifying urban-rural differences in social vulnerability to natural hazards: a case study of China. *Natural Hazards*, 108(3), 2629-2651. DOI: https://doi.org/10.1007/s11069-021-04792-9

Guerra, F. C. (2020). *Mapeamento das áreas de vulnerabilidades socioambientais aos riscos*

hidrológicos: inundações em Bragança Paulista-SP. [Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP]. Repositório Institucional Unesp. URL: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192918

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010). Base de Informações do censo demográfico 2010: resultados do universo por setor censitário. IBGE: Rio de Janeiro. URL: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2021) Estimativas da população. URL https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2021). Base cartográfica contínua. IBGE: Rio de Janeiro. URL: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2021/

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2024) Cidades: História de Rio Claro, Rio de Janeiro. URL: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-claro/historico

Kyprianou, I., Serghides, D., & Carlucci, S. (2022). Urban vulnerability in the EMME region and sustainable development goals: A new conceptual framework. *Sustainable Cities and Society*, 80, 103763. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103763

Mendes, J.M., Tavares, A., Cunha, L., & Freiria, S. (2009). Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais e tecnológicos em Portugal. In G. S. Carlos, A. P. Celeste Jacinto, y P.A. Teixeira (Eds). *Riscos Industriais e Emergentes*. Lisboa, Portugal: Edições Salamandra, p.95-128.

Mendes, J.M., Tavares, A., Cunha, L., & Freiria, S. (2011). A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. Risco, *Vulnerabilidade social e cidadania*, 93,95-128. DOI: https://doi.org/10.4000/rccs.90

ONU. (2020). Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. ONU: Brasília. URL: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs

Pereira, A., & Patrício, T. (2020). *SPSS-Guia prático de utilização: análise de dados para ciências sociais e psicologia*. Lisboa: Edições Sílabo.

Raduszynski, T., & Numada, M. (2023). Measure and spatial identification of social vulnerability, exposure and risk to natural hazards in Japan using open data. *Scientific reports*, 13(1), 664. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-023-27831-w

Rebelo, F. (2010). Geografia física e riscos naturais. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 216. DOI: http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0188-5

Rizato, M. (2022). *Contribuição metodológica para a análise da vulnerabilidade social e ambiental em áreas de riscos por eventos hidrológicos e hidrogeológicos: aplicação no município de Atibaia-SP.* [Tese de Doutorado em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP]. Repositório Institucional Unesp. URL: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/238185

Rizato, M., Zucherato, B., & Zacharias, A. A. (2022). A Análise Fatorial Exploratória (AFE) e a Álgebra de Mapa como metodologias na modelagem de padrões espaciais: análises a partir da vulnerabilidade social e ambiental em paisagens com riscos hidrológicos e hidrogeológicos. In: Oliveira-Costa, J. L., Zacharias, A. A., & Pancher, A. M. (Eds). *Métodos e técnicas no estudo da dinâmica da paisagem física nos países da CPLP - Comunidade dos Países de Expressão Portuguesa*. Málaga, Espanha: EUMED.NET, p. 247-278. URL: https://www.eumed.net/es/libros/libro/dinamica-da-paisagem

Roy, S., Basak, D., Bose, A., & Chowdhury, I. R. (2023). Citizens' perception towards landfill exposure and its associated health effects: a PLS-SEM based modeling approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), 134. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-022-10722-4

Roy, S., Bose, A., Singha, N., Basak, D., & Chowdhury, I. R. (2021). Urban waterlogging risk as an undervalued environmental challenge: An Integrated MCDA-GIS based modeling approach. *Environmental Challenges*, 4, 100194. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100194

Schelhas, J., Hitchner, S., & Johnson, C. (2012). Social vulnerability and environmental change along urban-rural interfaces. *Urban-rural interfaces: Linking people and nature*, 185-200. DOI: https://doi.org/10.2136/2012.urban-rural.c11

Terés-Zubiaga, J., González-Pino, I., Álvarez-González, I., & Campos-Celador, Á. (2023). Multidimensional procedure for mapping and monitoring urban energy vulnerability at regional level using public data: Proposal and implementation into a case study in Spain. *Sustainable Cities and Society*, 89, 104301. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104301

UNDRR - UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (2016). Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction. Geneva, Switzerland. URL: https://www.preventionweb.net/quick/11605

Veyret, Y., & Reghezza, M. (2005). Aléas et risques dans l'analyse géographique. *Annales des mines*, 40, 61-69.URL: https://www.annales.org/re/resum-anglais/2005/anglais-re-40.html

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2003). At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters, Routledge: Taylor & Francis Group, London, 496. DOI: https://doi.org/10.4324/9780203714775

Zucherato, B. (2018). *Cartografia da Vulnerabilidade Socioambiental no Brasil e Portugal: estudo comparativo entre Campos do Jordão e a Guarda*. [Tese de Doutorado em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE, Universidade Estadual Paulista/Unesp- Câmpus de Rio Claro/SP]. Repositório Institucional Unesp.
URL: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154915