

Indicadores sintéticos de vulnerabilidade: uma revisão integrativa da literatura

George Luis Martins de Oliveira¹

Roberto Muhájir Rahnemay Rabbani²

Emília Rahnemay Kohlman Rabbani³

Sandra Adriana Neves Nunes⁴

Resumo: Este estudo apresenta uma revisão integrativa da literatura a partir de pesquisas nas bases de dados SciELO, Web of Science e Scopus. O objetivo da revisão foi analisar a construção e a relação dos indicadores de vulnerabilidade com as temáticas socioambientais e socioeconômicas, bem como destacar a importância desses indicadores como ferramenta para o planejamento e gestão, apontando suas limitações em diferentes cenários. Foram extraídos 35 (trinta e cinco) artigos, dentre eles, 7 (sete) artigos estavam relacionados a revisões sistemáticas, 16 (dezesseis) abordaram a construção de indicadores de vulnerabilidade com a temática socioeconômica e 12 (doze) artigos apresentaram índices de vulnerabilidade socioambiental. A maioria dos artigos apresenta uma abordagem quantitativa, utilizando técnicas estatísticas como análise fatorial e análise de componentes principais. Os resultados da revisão destacam a importância dos indicadores de vulnerabilidade social como ferramenta para o planejamento e gestão, porém também apontam as limitações desses indicadores em diferentes cenários. Além disso, o estudo ressalta a importância de uma abordagem multidisciplinar nas dimensões relativas à vulnerabilidade social.

Palavras-chave: vulnerabilidade, revisão integrativa, abordagem quantitativa, ambiente, sociedade.

Synthetic indicators of vulnerability: an integrative literature review

Abstract: This study presents an integrative systematic review of the literature based on searches in the SciELO, Web of Science and Scopus databases. This review analyzes the construction and relationship of vulnerability indicators with socio-environmental and socioeconomic themes, as well as highlighting the importance of these indicators as a tool for

¹ Doutorando em Estado e Sociedade pela Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9794052760770698>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4897-0244>. E-mail: george.oliveira@enova.educacao.ba.gov.br

² Doutor em Direito pela Universidade de Santiago de Compostela, Espanha (USC). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8576195795981994>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3175-6332>. E-mail: rabbani@csc.ufsb.edu.br.

³ Doutora em Engenharia Civil pela University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA - USA. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6968054878935534>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4016-5198>. E-mail: emilia.rabbani@upe.br.

⁴ Doutora em Psicologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1233148620777469>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0816-6334>. E-mail: psandranunes77@gmail.com.

planning and management, pointing out their limitations in different scenarios. 35 (thirty-five) articles were extracted, among them, 7 (seven) articles were related to systematic reviews, 16 (sixteen) addressed the construction of vulnerability indicators with socioeconomic themes and 12 (twelve) articles presented socio-environmental vulnerability indices. Most articles present a quantitative approach, using statistical techniques such as factor analysis and principal component analysis. The results of the review highlight the importance of social vulnerability indicators as a tool for planning and management, but also point out the limitations of these indicators in different scenarios. Furthermore, the study highlights the importance of a multidisciplinary approach in the dimensions related to social vulnerability.

Keywords: vulnerability, integrative review, quantitative approach, environment, society.

Introdução

A vulnerabilidade é frequentemente avaliada através de várias dimensões, como econômicas, sociais, físicas e ambientais, para fornecer uma visão mais abrangente e precisa da suscetibilidade de uma região ou grupo (Spini *et al.*, 2017; Pérez-Castro, 2015; Sumner; Mallett, 2013). Nos últimos anos, o termo vulnerabilidade tornou-se palavra-chave nos estudos relacionados a sustentabilidade (Turner *et al.*, 2003), aos riscos naturais e ambientais (Ministério do Meio Ambiente, 2007), no contexto das mudanças climáticas (Barnett, 2020; Fundação Oswaldo Cruz, 2014), em desastres naturais e antrópicos (Depietri, 2019; Fatemi *et al.*, 2016), questões energéticas (Gatto; Busato, 2020) e na gestão de desastres (Orru *et al.*, 2022; Orru *et al.*; 2021; Muller; Reiter; Weiland, 2011).

Todavia, o conceito de vulnerabilidade é bem mais amplo, sendo desta forma adaptado para cada área de conhecimento (Gallopín, 2006). A abordagem tem ganhado grande relevância no contexto da saúde (Fallah-Aliabadi, 2022; Scott *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2014), nas áreas econômicas (Li *et al.*, 2022; Fossati, 2014) e sociais (Curi; Santos; Marguti, 2015).

Na dimensão social, a vulnerabilidade é multifacetada e transversal, incluindo a demografia, a migração, os grupos sociais, a educação, a saúde e o bem-estar, a cultura, as instituições e os aspectos de governança. Ademais, pesquisas têm evidenciado que grupos sociais diferenciados apresentam vulnerabilidades distintas, o que levanta preocupações quanto aos efeitos desproporcionais em populações marginalizadas e identificáveis (Allwood; Levendosky, 2021; Bohle *et al.*, 1994; Kasperson; Kasperson, 2012). Diversos grupos e condições específicas foram identificados como potencialmente mais vulneráveis, como raça/etnia (Bilau *et al.*, 2022; Islam *et al.*, 2021; Cutter; Finch, 2008; Elliott; Pais, 2006;

Fothergill *et al.*, 1999;), classe socioeconômica (Rajesh *et al.*, 2018; Ray Bennett, 2009; Peacock *et al.*, 1997 O'keefe *et al.*, 1976), gênero (Bari *et al.*, 2023; Givens *et al.*, 2021; Sen, 1982), idade (Barbosa *et al.*, 2019; Bartlett, 2008; Jabry, 2003), migrantes (Cutter; Finch, 2008), mulheres residentes em áreas rurais (Reis; Loayza, 2023), pessoas em unidades prisionais (Sousa; Farias, 2020) e pessoas com doenças cardiovasculares (Jain *et al.*, 2022) ou em condição de obesidade (Yu, 2020). Morrow (1999) estende e aperfeiçoa esta lista incluindo deficientes físicos ou mentais (Peek; Stough, 2010), grandes famílias, famílias pobres, sem-teto e famílias chefiadas por mulheres (Wisner, 1998). Geralmente, o estado de vulnerabilidade é definido por uma população específica em uma escala particular; agregações e generalizações são muitas vezes menos significativas e requerem uma interpretação cuidadosa (Adger; Kelly, 1999).

Dessa forma, os objetivos deste artigo de revisão sistemática da literatura são analisar a construção e a relação dos indicadores de vulnerabilidade com as temáticas socioambientais e socioeconômicas, bem como destacar a importância desses indicadores como ferramenta para o planejamento e gestão, apontando suas limitações em diferentes cenários.

A relevância do tema ocorre pela sua importância como ferramenta para o planejamento e gestão, permitindo a identificação de grupos mais vulneráveis e a elaboração de políticas públicas mais eficazes. No entanto, é importante destacar as limitações desses indicadores em diferentes cenários, bem como a necessidade de uma abordagem multidisciplinar nas dimensões relativas à vulnerabilidade social. A complexidade inerente a esse tema e a importância de integrar diferentes perspectivas para uma compreensão abrangente da vulnerabilidade social tornam esse tema relevante e atual.

1 Metodologia

Trata-se de um estudo de revisão integrativa de literatura, na medida que envolveu a reunião e síntese de resultados de pesquisas sobre um delimitado tema ou questão, de maneira sistemática e ordenada, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado (Roman; Friedlander, 1998). As revisões da literatura são muito úteis porque permitem, rapidamente, a atualização sobre um tema mediante acesso e consulta a esse tipo de publicação (Galvão; Pereira, 2022). Além disso, as revisões de literatura ajudam a identificar

lacunas no conhecimento e a propor novas previsões para pesquisas futuras (Lim *et al.*, 2022). Dessa forma, o estudo foi norteado pela pergunta: como os indicadores de vulnerabilidade estão relacionados com a temática socioambiental e socioeconômica nos estudos científicos?

1.1 Estratégias de busca

Para a realização deste estudo foi empregado o método da revisão de literatura com estudos secundários, orientada pelas recomendações contidas no guia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). As buscas sistemáticas foram realizadas em banco de dados bibliográficos computadorizados, nacionais e internacionais, entre os dias 04 de dezembro de 2023 a 15 de fevereiro de 2024, nas bases de dados *Scientific Electronic Library on line* (SciELO), *Web of Science – Coleção Principal* (Clarivate Analytics) e *Scopus* (Elsevier). Para isso, foram utilizados os descritores “Indicadores de Vulnerabilidade Social” (*Indicators of Social Vulnerability*), “Índice de Vulnerabilidade Social” (*Social Vulnerability Index*), “Índice de Vulnerabilidade Socioambiental” (*Socio-environmental Vulnerability Index*) e “Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica” (*Socioeconomic Vulnerability Index*). Adicionalmente ao mapeamento terminológico, foram usados os operadores booleanos AND (e) e OR (ou) para construção das estratégias avançadas de busca, onde AND equivale à intersecção e OR equivale à união dos termos. Como cada base de dados possui suas potencialidades de acesso, foi necessário adotar estratégias distintas de busca dos artigos de acordo com a especificidade de cada base. A primeira seleção foi feita a partir da leitura dos títulos, a segunda da leitura dos resumos dos artigos e, foram escolhidos os que atendiam aos objetivos do estudo. Procedeu-se com a restrição dos resultados e foram filtradas as publicações dos anos 2014 a 2024. Limitar a busca de artigos entre 2014 e 2024 foi fundamental para garantir uma revisão da literatura baseada em evidências recentes e relevantes. Esta abordagem permitiu focar em estudos atualizados, refletindo as tendências e avanços mais recentes nesse campo de pesquisa. Além disso, possibilitou capturar descobertas, metodologias e debates emergentes, contribuindo para uma revisão mais abrangente e informativa, essencial para o desenvolvimento do conhecimento na área.

1.2 Critérios de inclusão e exclusão

Na busca realizada, foram incluídos artigos de pesquisa de levantamento de dados primários, pesquisa em base de dados secundários, estudos teóricos, revisões sistemáticas e meta-análises. Como critérios de exclusão, delimitou-se que ficariam de fora artigos duplicados, artigos que não apresentassem índice de vulnerabilidade, artigos que usavam o termo vulnerabilidade, mas de maneira mais ampla. Ex.: comunidades mais vulneráveis socialmente ou economicamente por determinados fatores, cartas ao leitor e trabalhos de conclusão de curso de graduação.

1.3 Processo de revisão e extração dos dados

Conforme orientações PRISMA (Page *et al.*, 2021), o processo de revisão ocorreu em um primeiro momento na seleção dos artigos a partir da leitura dos títulos e resumos. Na sequência, os artigos selecionados foram lidos na íntegra para verificar se atendiam aos critérios de inclusão. As informações obtidas com a leitura foram extraídas e organizadas em uma tabela de Excel, com informações sobre ano de publicação, autores, tipo de estudo, país onde se procedeu o estudo, contexto de estudo, metodologia utilizada, variáveis mensuradas e descrição dos principais resultados seguindo a orientação da ferramenta Joanna Briggs Institute - JBI (Tufanaru, 2020).

2 Resultados

Na seleção dos dados foram encontrados 87 (oitenta e sete) artigos, que foram reduzidos a 35 (trinta e cinco) após a exclusão de 14 (catorze) repetidos, 19 (dezenove) que não mencionaram ou fizeram apenas uma breve citação acerca de um indicador sintético de vulnerabilidade sem descrevê-lo e 19 (dezenove) que não corresponderam aos critérios de inclusão. O detalhamento do processo de seleção dos artigos segundo cada base de dados é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Detalhamento da seleção de artigos conforme as bases de dados.

Base de dados	Artigos encontrados	Artigos excluídos			Artigos analisados
		Repetição	Não apresentação de um índice de vulnerabilidade	Incompatibilidade filtros de seleção dos artigos	
SciELO	14	2	5	3	4
Web of Science	33	4	5	10	14
Scopus	40	8	9	6	17
Total	87	14	19	19	35

Fonte: Elaborado pelos autores, (2024).

No que se refere à origem das publicações, observou-se uma predominância de estudos publicados em revistas internacionais, com pesquisadores de diferentes países, como Canadá, Estados Unidos, Índia, Irã, México, Noruega, e Taiwan, o que evidencia a relevância e o alcance global das questões abordadas. É interessante notar que, apesar dessa predominância, também foram identificados artigos de pesquisadores brasileiros em revistas internacionais, demonstrando o reconhecimento da produção científica nacional no contexto internacional.

Dentre os artigos selecionados, sete deles foram revisões sistemáticas anteriormente realizadas (Figura 1). Embora esses estudos não tenham necessariamente criado novos índices, são de extrema importância para o desenvolvimento de novas pesquisas nessa área, pois fornecem uma análise abrangente e crítica das pesquisas existentes, identificando lacunas no conhecimento e propondo novas direções para investigação. A incorporação desses trabalhos na revisão atual proporcionou uma base sólida e abrangente de conhecimento, permitindo uma compreensão mais completa do panorama existente, das lacunas de pesquisa e das metodologias empregadas. Como no estudo de Fekete (2019)⁵, onde o autor analisa 63 (sessenta e três) artigos e estabelece quais aspectos da abordagem podem ser considerados úteis em estudos científicos, fazendo uma reflexão sobre as deficiências na validação desses indicadores. Bem como no artigo de Holand (2015)⁶, onde o autor apresenta formas de melhorar as medições de vulnerabilidade social relacionada aos perigos naturais, utilizando-se de uma base teórica para discutir questões relacionadas a seleção dos indicadores.

⁵ (Re)Avaliação da vulnerabilidade social no contexto dos riscos naturais: revisão da utilidade da abordagem do indicador espacial e investigações das demandas de validação.

⁶ Questão da linha de vida na indexação da vulnerabilidade social: uma revisão dos indicadores e discussão da aplicação dos indicadores.

Ao utilizar os resultados dessas revisões sistemáticas como ponto de partida, o novo trabalho conseguiu explorar aspectos específicos e aprofundar análises para a avaliação da vulnerabilidade social e ambiental em diferentes cenários, integrando os resultados desses estudos prévios que permitem com que esta pesquisa possa contribuir para o avanço nesse campo do conhecimento.

Para garantir uma ampla abrangência e relevância na análise da literatura, foram utilizados estudos publicados em outros idiomas, sobretudo, em inglês. Reconhecendo a importância de apresentar essas informações de forma acessível aos leitores de língua portuguesa, todos os títulos dos artigos foram traduzidos para o português e inseridos em notas de rodapé. Contudo, a figura a seguir mantém os títulos originais em inglês, a fim de preservar a integridade dos dados originais e facilitar a verificação das fontes citadas. Esta abordagem visa proporcionar uma compreensão mais clara e precisa dos conteúdos analisados, ao mesmo tempo que respeita a diversidade linguística das publicações científicas.

Figura 1 - Artigos selecionados que fizeram revisão integrativa da literatura.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2024).

Entre os 28 (vinte e oito) artigos restantes, a maioria dos estudos adotou uma abordagem quantitativa, caracterizada pelo uso de técnicas estatísticas avançadas, como análise fatorial e análise de componentes principais, como no trabalho de Adwiluvito e Rakhmawan (2020)⁷, que através da análise fatorial, criou um Índice de Vulnerabilidade Social Infantil relacionado à COVID-19 em nível distrital na Indonésia. O uso dessas técnicas permitiu uma análise mais minuciosa e setorial dos dados coletados, tanto os primários, obtidos por meio de pesquisas de campo, quanto os secundários, provenientes de outras fontes de pesquisa. É importante ressaltar que a utilização de técnicas estatísticas possibilita uma compreensão mais robusta dos

⁷ Proposta de indicadores adicionais relacionados à COVID-19 ao Índice de Vulnerabilidade Social Infantil na Indonésia.

fenômenos estudados, fornecendo percepções valiosas para a formulação de políticas e estratégias eficazes.

Para uma melhor compreensão das análises realizadas, os resultados foram organizados em duas figuras distintas. Por um lado, a Figura 2 engloba os artigos que abordam, principalmente, os determinantes ambientais, a sustentabilidade, os riscos ambientais, as mudanças climáticas, os desastres naturais e antrópicos, bem como a gestão de desastres. Por outro lado, a Figura 3 compreende os estudos voltados para os determinantes sociais, econômicos, demográficos, territoriais e de saúde. Essa categorização temática visa facilitar a identificação das diferentes perspectivas adotadas nos estudos selecionados, contribuindo para uma análise mais abrangente e aprofundada das diversas dimensões abordadas no contexto da vulnerabilidade. Assim como na Figura 1, as Figuras 2 e 3 também foram elaboradas com os títulos no seu idioma original. Para facilitar a compreensão dos leitores de língua portuguesa, as traduções desses títulos foram apresentadas logo abaixo das figuras.

Figura 2 - Artigos selecionados em diferentes bases sob a perspectiva dos determinantes ambientais, da sustentabilidade, dos riscos ambientais, das mudanças climáticas, dos desastres naturais e antrópicos e da gestão de desastres.

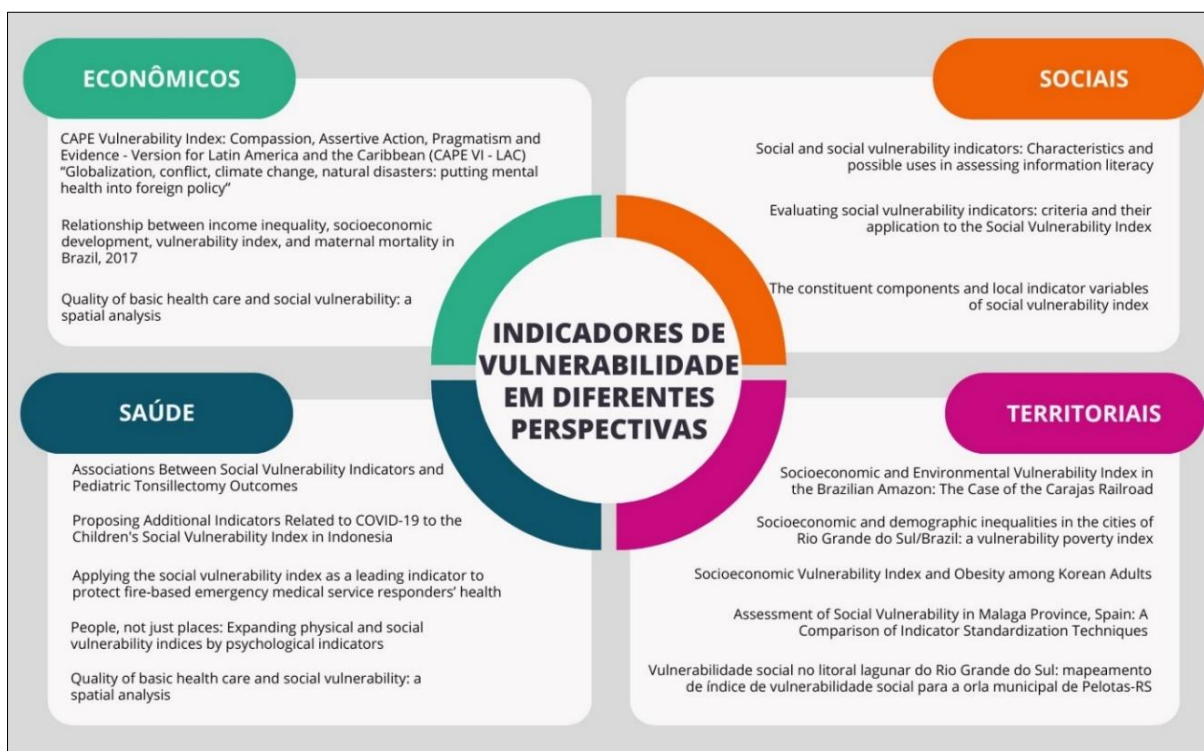


Fonte: Elaborado pelos autores, (2024).

Mudanças climáticas: Indicadores de mudanças climáticas e vulnerabilidade social em comunidades dependentes da pesca ao longo das costas leste e do Golfo dos Estados Unidos; Indicadores sociais de vulnerabilidade para comunidades pesqueiras no Golfo Norte da Califórnia, México: implicações para as mudanças climáticas; Aplicação de indicadores de vulnerabilidade social às mudanças climáticas nas áreas costeiras do sudoeste de Taiwan. Ambiente e sustentabilidade: Indicadores socioambientais nos municípios de Cabaceiras e Barra de São Miguel – PB – Brasil: Fragilidades e vulnerabilidades à seca e à desertificação;

Vulnerabilidade socioambiental nas três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista: uma análise de indicadores socioambientais; Indicadores de vulnerabilidade social como ferramenta de planejamento sustentável. *Desastres naturais e antrópicos*: Indicadores de vulnerabilidade social para inundações em Aotearoa, Nova Zelândia; O uso prático de indicadores de vulnerabilidade social na gestão de desastres; Um índice de status socioeconômico baseado no local: Medindo a vulnerabilidade social aos riscos de inundação no contexto da justiça ambiental. *Gestão de desastres*: Potencial de resiliência costeira como indicador de vulnerabilidade social e morfológica à gestão de praias; Construção e validação de um índice de vulnerabilidade socioambiental para monitoramento e gestão de desastres naturais no estado do Rio de Janeiro, Brasil; Avaliação da mudança da vulnerabilidade social: monitoramento de indicadores demográficos longitudinais de risco de desastres na Alemanha de 2005 a 2015.

Figura 3 - Artigos selecionados em diferentes bases sob a perspectiva dos determinantes sociais, econômicos, demográficos, territoriais e de saúde.



Fonte: Elaborado pelos autores, (2024).

Econômicos: Índice de Vulnerabilidade CAPE: Compaixão, Ação Assertiva, Pragmatismo e Evidência - Versão para América Latina e Caribe (CAPE VI - LAC) "Globalização, conflito, mudança climática, desastres naturais: colocando a saúde mental na política externa"; Relação entre desigualdade de renda, desenvolvimento socioeconômico, índice de vulnerabilidade e mortalidade materna no Brasil, 2017; Qualidade da atenção básica à saúde e vulnerabilidade social: uma análise espacial. **Sociais:** Indicadores de vulnerabilidade social: características e possíveis usos na avaliação da literacia informacional; Avaliação de indicadores de vulnerabilidade social: critérios e sua aplicação ao Índice de Vulnerabilidade Social; Os componentes constituintes e as variáveis indicadoras locais do índice de vulnerabilidade social. **Saúde:** Associações entre indicadores de vulnerabilidade social e resultados de amigdalectomia pediátrica; Proposta de Indicadores Adicionais Relacionados à COVID-19 ao Índice de Vulnerabilidade Social Infantil na Indonésia; Aplicação do índice de vulnerabilidade social como indicador líder para proteger a saúde dos socorristas de serviços

médicos de emergência baseados em incêndio; Pessoas, não apenas lugares: Expandindo índices de vulnerabilidade física e social por meio de indicadores psicológicos; Qualidade da atenção básica à saúde e vulnerabilidade social: uma análise espacial. *Territoriais*: Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica e Ambiental na Amazônia Brasileira: O Caso da Estrada de Ferro Carajás; Desigualdades socioeconômicas e demográficas nos municípios do Rio Grande do Sul/Brasil: um índice de vulnerabilidade e pobreza; Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica e obesidade entre adultos coreanos; Avaliação da vulnerabilidade social na província de Málaga, Espanha: Uma comparação de técnicas de padronização de indicadores; Vulnerabilidade social no litoral lagunar do Rio Grande do Sul: mapeamento de índice de vulnerabilidade social para a orla municipal de Pelotas-RS.

Alguns artigos, tanto em âmbito nacional como internacional, merecem destaque por conta do seu ineditismo e aplicabilidade. A seguir, serão apresentadas as principais características de alguns desses artigos e, em seguida, as fórmulas que foram utilizadas para a obtenção de cada um dos indicadores de vulnerabilidade.

Dentre as pesquisas realizadas em território brasileiro, é importante ressaltar a importância dos trabalhos realizados por Cristo, Santos e Matlaba (2022)⁸, onde os autores avaliam a vulnerabilidade socioeconômica e ambiental dos 28 (vinte e oito municípios do território da Estrada de Ferro Carajás, localizados nos estados do Pará e Maranhão. Para isso, construíram um Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica e Ambiental (IVSEA) aplicando a Análise de Componentes Principais (PCA) sobre um conjunto de indicadores construídos a partir de dados dos censos demográficos de 1991, 2000 e 2010. Nesta análise de vulnerabilidade, também foi utilizado o Índice de Progresso Social (IPS) de 2014 e 2018 e as mudanças percentuais ponderadas espacialmente do IVSEA e do SPI⁹ dos municípios vizinhos ao longo dos censos e ao longo do período 2014-2018, respectivamente.

Oliveira e Rehbein (2022)¹⁰ criaram um Índice de Vulnerabilidade Social (IVSo) para a orla municipal de Pelotas, no Rio Grande do Sul, adotando a Análise de Componentes

⁸ Índice de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental na Amazônia brasileira: o caso da Estrada de Ferro Carajás.

⁹ O SPI é uma medida holística do desempenho social e ambiental dos territórios que considera que os indicadores econômicos são insuficientes para analisar e fundamentar medidas de desenvolvimento.

¹⁰ Vulnerabilidade social no litoral lagunar do Rio Grande do Sul: mapeamento de índice de vulnerabilidade social para a orla municipal de Pelotas-RS.

Principais considerando 11 indicadores para o ano de 2010 nos setores censitários em contato com a orla. Segundo os autores, a elevação do nível do mar resultante da mudança climática vem alterando a dinâmica dos sistemas costeiros e pondo em risco a população que reside em zonas costeiras mais baixas. Dessa forma, identificar a população em situação de vulnerabilidade social é fundamental, pois é ela quem mais sofre com o impacto da elevação do nível do mar.

Guimarães, Mazoto e Asmus (2014)¹¹ criaram, para o estado do Rio de Janeiro, um índice de vulnerabilidade socioambiental desenvolvido por meio de análise multivariada envolvendo análise fatorial e variáveis demográficas, sociais e ambientais. O índice gerado foi aplicado nos municípios do estado do Rio de Janeiro e comparado com os números oficiais da Unidade de Defesa Civil. Os resultados encontrados sugerem que o índice proposto atende à expectativa de prever a vulnerabilidade da população local.

No artigo publicado por Malta e Costa (2021)¹², os autores identificam, caracterizam e analisam populações em situação de vulnerabilidade socioambiental no município do Rio de Janeiro a partir de indicadores sociais, econômicos, ambientais e de saúde. Para isso, utilizam uma metodologia que integrou 15 (quinze) indicadores de uma Análise de Decisão Multicritério (ADM) em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), chegando ao resultado que a vulnerabilidade socioambiental no município do Rio de Janeiro é agravada por situações de risco e degradação ambiental e são prejudicados pela densidade populacional nas áreas de favelas, onde os grupos mais desfavorecidos vivem num processo de exclusão ambiental e urbana.

Nos estudos internacionais destacam-se os trabalhos realizados por Bianco e García-Ayllón (2021)¹³, que criaram um Índice de Vulnerabilidade Social e Morfológica (ISMV) para a região mediterrânea de San Vincenzo, na Itália. Neste estudo, os autores demonstraram como o custo dos serviços e as tendências morfológicas podem afetar a distribuição de benefícios, produzir estreitamento costeiro e, conseqüentemente, o potencial de resiliência das costas.

¹¹ Construção e validação de um índice de vulnerabilidade socioambiental para monitoramento e gestão de desastres naturais no estado do Rio de Janeiro, Brasil.

¹² Índice de vulnerabilidade socioambiental: uma aplicação ao Rio de Janeiro-Brasil.

¹³ Potencial de resiliência costeira como indicador de vulnerabilidade social e morfológica à gestão de praias.

Em pesquisa realizada nos Estados Unidos, Spielman *et al.* (2020)¹⁴, estabeleceram critérios para a avaliação de indicadores de vulnerabilidade social e aplicaram esses critérios à medida de vulnerabilidade social mais utilizada, o Índice de Vulnerabilidade Social (SoVI). Eles demonstraram que o SoVI tem algumas deficiências críticas em relação à consistência teórica, especificamente, múltiplas medições da vulnerabilidade do mesmo local baseadas em SoVI, usando os mesmos dados, podem produzir resultados diferentes. Além disso, mostraram também que o SoVI está frequentemente desalinhado com a teoria; os aumentos nas variáveis que contribuem para a vulnerabilidade, como a taxa de desemprego, muitas vezes diminuem a vulnerabilidade medida pelo SoVI. Por fim, eles alertam contra a utilização do índice na elaboração de políticas ou em outros esforços de redução de riscos, e sugerem maneiras mais viáveis de avaliar de forma mais fiel a vulnerabilidade social na prática.

No estudo realizado por Chakraborty, Rus e Scott (2020)¹⁵, os autores criaram um Índice de Status Socioeconômico (SES) para medir a vulnerabilidade social relativa e as desigualdades socioeconômicas em todo o Canadá. O objetivo do artigo era investigar como as disparidades no *status* socioeconômico geral influenciam os resultados da justiça ambiental para o planejamento e financiamento da gestão do risco de inundação no Canadá. O índice compreende 49 indicadores de vulnerabilidade teoricamente importantes e relevantes para a política ambiental que representam diversos aspectos da situação socioeconômica, demográfica e étnica dos canadenses. A pesquisa concluiu que a vulnerabilidade social tende a ser estratificada geograficamente em todo o Canadá e a prevalência de variações espaciais nas pontuações SES tem implicações significativas para a avaliação do bem-estar social geral e para a compreensão da vulnerabilidade social relativa dos subgrupos populacionais.

No artigo publicado por Wu *et al.* (2016)¹⁶ os autores criaram indicadores para avaliar a vulnerabilidade social nas zonas costeiras de Taiwan utilizando as dimensões de suscetibilidade, resistência e resiliência. O método Delphi modificado foi utilizado para desenvolver 9 critérios e 26 índices na avaliação, e o método do processo de hierarquia analítica

¹⁴ Avaliação de indicadores de vulnerabilidade social: critérios e sua aplicação ao Índice de Vulnerabilidade Social.

¹⁵ Um índice de status socioeconômico baseado no local: Medindo a vulnerabilidade social aos riscos de inundação no contexto da justiça ambiental.

¹⁶ Aplicação de indicadores de vulnerabilidade social às mudanças climáticas nas áreas costeiras do sudoeste de Taiwan.

foi empregado para avaliar o peso de cada indicador com base nas perspectivas de especialistas coletadas por meio de pesquisas por questionário. Os resultados fornecem informações importantes relativas à vulnerabilidade das regiões mais suscetíveis, das áreas de menor resistência e dos municípios menos resilientes. A seguir, serão apresentadas as principais fórmulas que foram utilizadas para a obtenção de cada um dos indicadores de vulnerabilidade descritos acima (Quadro 1).

Quadro 1 - Principais indicadores com suas respectivas fórmulas dos artigos analisados.

Nome do indicador	Principais fórmulas utilizadas	Unidade	Autores	País (ano)
Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica e Ambiental (IVSEA)	$IVSEA_i = \sum_{j=1}^n p_j^2 X_j$	O IVSEA varia de 0 a 100	<u>Cristo, L. A.</u> ; <u>Santos, M. A.</u> ; <u>Matlaba, V. J.</u>	Brasil (2022)
Índice de Vulnerabilidade Social (IVSo)	$IVSo = \sqrt{\frac{\Sigma \text{componentes utilizadas}}{\text{número de componentes utilizadas}}}$	O IVSo varia de 0 a 1	<u>Oliveira, A.</u> ; <u>Rehbein, M. O.</u>	Brasil (2022)
Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (SEVI)	$CI = \frac{(\lambda_{\text{máx}} - n)}{(n - 1)}$ $CR = \frac{IC}{RCI}$	O SEVI varia de 0 a 1	<u>Malta, F. S.</u> ; <u>Costa, E. M.</u> ,	Brasil (2021)
Índice de Vulnerabilidade Social e Morfológica (ISMV)	$ISMV_{\text{subunit}} = \frac{U * CRI}{\pi * IMV * ISC}$	O ISMV varia de 0 a 1	Bianco, F., García-Ayllón, S.	Itália (2021)
Índice de Vulnerabilidade Social (SoVI)	$\sum_{c=1}^m \lambda_{i,c} \gamma_p = \sum_{c=1}^m \alpha_{c,p} \sum_{p=1}^P \gamma_p x_{i,p}$	O SoVI varia de 0 a 1	Spielman, S. E.; Tuccillo, J.; Folch, D. C.; Wood, N.; Tate, E.	EUA (2020)
Índice de Status Socioeconômico (SES)	$SES_{(j)} = \frac{NSI_{(j)} - NSI_{\text{Minimum}}}{NSI_{\text{Maximum}} - NSI_{\text{Minimum}}}$	O SES varia de 0 a 100	<u>Chakraborty, L.</u> ; <u>Rus, TH.</u> ; <u>Scott, D.</u>	Canadá (2020)
Indicador de Vulnerabilidade Social às Mudanças Climáticas	$CI = (\lambda_{\text{máx}} - n)/(n - 1)$ $S_i(t) = \sum_{j=1}^{mi} S_{ij}(t) * W_{ij}$	O Indicador de Vulnerabilidade Social às Mudanças Climáticas varia de 0 a 1	Wu, C.-C.; Jhan, H-T.; Ting, K.-H.; Hsu, T-W.; Liu, W-H.	Taiwan (2016)
Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA)	$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + a_{i3}F_3 \dots + A_{ik}F_k + e_i$	O IVSA varia de 0 a 1	<u>Guimaraes, R. M.</u> ; <u>Mazoto, M.L.</u> ; <u>Asmus, CIF</u>	Brasil (2014)

Nome do indicador	Principais fórmulas utilizadas	Unidade	Autores	País (ano)
	$f_{ij} = \frac{f - f_{min}}{f_{max} - f_{min}}$ $IV_i = (f_{j1}^2 + f_{j2}^2 + f_{j3}^2 + \dots + f_{jn})^{1/2}$			

Fonte: Elaborado pelos autores, (2024).

3 Discussão

A vulnerabilidade não é apenas uma questão de insuficiência de recursos materiais e, para enfrentar os desafios implicados pela relação entre sociedade e meio ambiente, é necessário considerar outras dimensões e fatores. Como afirma Acselrad *et al.* (2004), a vulnerabilidade é influenciada por processos sociais, culturais, políticos e econômicos e configuram as condições de vida das populações e suas capacidades de enfrentamento.

Dessa forma, os resultados dessa revisão integrativa de literatura evidenciam a relevância dos indicadores de vulnerabilidade social como instrumentos fundamentais para a compreensão e a mensuração da vulnerabilidade em contextos socioambientais e socioeconômicos. A análise fatorial e a análise de componentes principais, em particular, permitem uma avaliação mais robusta e a identificação de padrões subjacentes nos dados, contribuindo para a formulação de políticas e estratégias mais eficazes.

Dentre as principais contribuições, vale ressaltar que o estudo contribui para a consolidação do conhecimento sobre vulnerabilidade social, destacando a importância dos indicadores sintéticos nesse contexto. A abordagem quantitativa adotada na maioria dos artigos selecionados reflete o esforço da comunidade científica em aprofundar a compreensão desses fenômenos complexos, fornecendo percepções valiosas para a formulação de políticas e estratégias mais eficazes. Além disso, a organização dos resultados em dois quadros distintos permite uma análise mais abrangente e aprofundada das diversas dimensões abordadas no contexto da vulnerabilidade.

Como foi possível observar, houve uma predominância de uma abordagem quantitativa nos artigos selecionados, o que pode limitar a compreensão de aspectos qualitativos e subjetivos da vulnerabilidade social. É importante ressaltar que a predominância de uma abordagem quantitativa não invalida os resultados da revisão, mas aponta para a necessidade de uma abordagem mais ampla e integrada para uma compreensão mais abrangente da vulnerabilidade social. Além disso, a revisão destaca a existência de lacunas que ainda precisam ser abordadas na literatura indicando a necessidade de mais pesquisas sobre a estabilidade e a heterogeneidade dos indicadores ao longo do tempo.

Em resumo, o artigo fornece uma visão abrangente e aprofundada dos indicadores de vulnerabilidade social, destacando suas contribuições e limitações. No entanto, as limitações

Considerações finais

Este artigo se propôs a demonstrar que as catástrofes ambientais não atingem a todos da mesma maneira. Populações que vivem em áreas de risco estão sujeitas a diversos tipos de vulnerabilidades, sobretudo vulnerabilidades provocadas pela crise climática.

A passagem do ciclone extratropical que atingiu o Rio Grande do Sul, na noite do dia 15 de junho e madrugada do dia 16 de junho de 2023, causou alagamentos, deslizamentos e mortes no estado, mostrando quem são os mais afetados pela crise climática e evidenciando a necessidade do debate e de ações por justiça socioambiental.

A Ocupação Steigleder – localizada às margens do Rio dos Sinos, em um bairro periférico do município de São Leopoldo – foi severamente afetada por esse evento climático, trazendo à tona a desigualdade social e a injustiça ambiental. Na era das catástrofes ambientais quem mais sofre com a crise climática são as populações em situação de vulnerabilidade, como fica evidente no caso da Ocupação Steigleder.

O Rio Grande do Sul não está a salvo de um novo ciclone ou outro evento climático extremo. Devido ao aumento progressivo de tempestades e de enchentes no Rio Grande do Sul, a Ocupação Steigleder tem se mantido em alerta. Com o avanço da crise climática, catástrofes como essa poderão se tornar cada vez mais recorrentes, tornando evidente a urgência de políticas de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Mas, para isso, é necessário um olhar atento do poder público sobre as comunidades que vivem em situação de vulnerabilidade a fim de que elas não sejam deixadas de fora da arca de Noé e confinadas no porão da modernidade.

Referências

ACSELRAD, Henri *et al.* **O que é Justiça Ambiental**. Rio de Janeiro/RJ: Garamond, 2009.

ALIER, Joan Martínez. **O Ecologismo dos Pobres**: conflitos ambientais e linguagens de valorização. São Paulo/SP: Editora Contexto, 2018.

BULLARD, Robert D. *et al.* Vivendo na linha de frente da luta ambiental: lições das comunidades mais vulneráveis dos estados unidos. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, p. 1-32, 2013.

DEFESA CIVIL – RS. Defesa Civil **atualiza balanço das enchentes no RS – 13/05, 12h**. Disponível em: Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS - 13/5, 12h - Portal do Estado do Rio Grande do Sul. Acesso em: 11 jun. 2024.

DEFESA CIVIL - RS. **Defesa Civil Estadual e Sala de Situação articulam dados resultantes da passagem do ciclone pelo RS**. Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/defesa-civil-estadual-e-sala-de-situacao-articulam-dados-resultantes-da-passage-m-do-ciclone-pelo-rs>. Acesso em: 31 ago. 2023.

FERDINAND, Malcom. **Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho**. São Paulo/SP: Ubu Editora, 2022.

IPCC. **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas**. 06 out. 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2023.

IPCC. **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas**. 20 mar. 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/press/IPCC_AR6_SYR_PressRelease_en.pdf. Acesso em: 14 ago. 2023.

LIMA, Letícia Maria Rêgo Teixeira. **Mulheres e (In)Justiça Climática no Antropoceno: Uma abordagem Interseccional**. Rio de Janeiro/RJ: Lumen Juris, 2021.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza. **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. Rio de Janeiro/RJ: Editora FIOCRUZ, 2012.

REVELO, Lorena Aguilar. La igualdad de género ante el cambio climático: ¿qué pueden hacer los mecanismos para el adelanto de las mujeres de América Latina y el Caribe? *In: Asuntos de Género*, n. 159, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

ROBINSON, Mary. **Justiça Climática: Esperança, resiliência e a luta por um futuro sustentável**. Rio de Janeiro/RJ: Civilização Brasileira, 2021.

SAMPAIO, José Adércio Leite; OLIVEIRA, Edson Rodrigues de. A justiça espacial e ambiental e a teoria do risco: a responsabilidade do governo na prevenção contra desastres (no Brasil). **Revista de Direito Internacional**, v. 16, n. 2, p. 169-202, 2019.

SANTANA, Raimundo Rodrigues. **Justiça Ambiental na Amazônia: Análise de Casos Emblemáticos**. Curitiba/PR: Juruá, 2010.

SEGATO, Rita. **Crítica da colonialidade em oito ensaios**: e uma antropologia por demanda. Rio de Janeiro/RJ: Bazar do Tempo, 2021.

SVAMPA, Maristella. Extrativismo neodesenvolvimentista e movimentos sociais: Um giro ecoterritorial rumo a novas alternativas? In: DILGER, Gerhard; LANG, Miriam; PEREIRA FILHO, Jorge. **Descolonizar o Imaginário**: Debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016. p. 140-171.

SVAMPA, Maristella. **As fronteiras do neoextrativismo na América Latina**: Conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências. São Paulo/SP: Elefante, 2019.

STENGERS, Isabelle. **No tempo das catástrofes** – resistir à barbárie que se aproxima. São Paulo: Cosac Naify, 2015.

VARGAS, Milagros Campos *et al.* Riesgossocionaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. **Revista Colombiana de Geografía**, v. 24, n. 2, p. 53-69, 2015.