



## GEOGRAFIA DOS RISCOS E VULNERABILIDADES: UMA BREVE DISCUSSÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

Geography of risks and vulnerabilities: a brief theoretical and methodological discussion

Geografía de los riesgos y vulnerabilidades: breve discusión teórica y metodológica

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v23.776>

Larissa Ingrid Marques Linhares<sup>1</sup>

Jander Barbosa Monteiro<sup>2</sup>

Ana Paula Pinho Pacheco-Gramata<sup>3</sup>

### Histórico do Artigo:

Recebido em 10 de Fevereiro de 2021

Aceito em 13 de Abril de 2021

Publicado em 12 de Maio de 2021

### RESUMO

As abordagens em torno do risco ensejaram, no âmbito científico e nas últimas décadas, amplos debates em virtude dos seus múltiplos usos, envolvendo desde a discussão teórica, possibilidades de avaliação, mensuração, utilização de métodos e métricas variadas, entre outras formas que consideram esta perspectiva. Assim, este artigo objetivou identificar, discutir e analisar algumas destas possibilidades de investigação e interpretação dos diferentes conceitos envolvidos na complexa “equação” do risco, além de elencar exemplos de aplicação, dentre os inúmeros métodos e métricas utilizados na ciência geográfica, para mensurar/avaliar riscos e vulnerabilidades. O estudo foi realizado a partir de consultas à bibliografia especializada, bem como conteúdo estatístico, gráfico e cartográfico contemporâneo, os quais fomentaram discussões pertinentes de cunho teórico e metodológico. Ainda que os vários métodos e métricas aqui mencionados representem apenas uma parcela da produção científica na mensuração do risco e vulnerabilidade em suas múltiplas dimensões, estes proporcionam um amplo debate e elo entre diferentes áreas do conhecimento, contribuindo inclusive para oferecer um importante suporte para reflexão e para os tomadores de decisão.

**Palavras-chave:** Risco. Vulnerabilidade. Indicadores. Metodologias de avaliação do risco.


<sup>1</sup> Licenciada em Geografia, Mestranda do Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: larissamarkes275@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-9150-2783>

<sup>2</sup> Doutor em Geografia, Professor do Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: jander\_monteiro@uvanet.br

 <https://orcid.org/0000-0003-0086-6923>

<sup>3</sup> Doutora em Geografia, Professora do Curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: anappacheco@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3014-8922>

### ABSTRACT

The approaches around the risk have led, in the scientific scope and in the last decades, wide debates about its multiple uses, involving from the theoretical discussion, to evaluation possibilities, measurement, utilization of methods and varied metrics, among other forms which consider this perspective. Thus, this article aimed to identify, discuss and analyze some of these investigative possibilities and interpretations of the different concepts involved in this complex "equation" of risk, in addition to include application examples, among the countless methods and metrics used in geographic science, to measure/evaluate risks and vulnerabilities. This research was done through consultations to the specialized bibliography, as well as contemporary statistic, graphic and cartographic content, which promote pertinent discussions of theoretical and methodological nature. Although the various methods and metrics presented here represent just a slice of the scientific production in measuring risk and vulnerability in its multiple dimensions, they provide a wide debate and link among the different knowledge areas, even contributing to offer an important support for reflection and for the decision takers.

**Keywords:** Risk. Vulnerability. Indicators. Risk assessment methodology.

### RESUMEN

Los enfoques en torno al riesgo han dado lugar, en el ámbito científico y en las últimas décadas, a amplios debates por sus múltiples usos, involucrando desde la discusión teórica, posibilidades de evaluación, medición, uso de variados métodos y métricas, entre otras formas que consideran esta perspectiva. Así, este artículo tuvo como objetivo identificar, discutir y analizar algunas de estas posibilidades de investigación e interpretación de los diferentes conceptos involucrados en la compleja "ecuación" de riesgo, además de enumerar ejemplos de aplicación, entre los innumerables métodos y métricas que se utilizan en la ciencia geográfica para medir/evaluar riesgos y vulnerabilidades. El estudio fue realizado mediante consultas a la bibliografía especializada, así como a contenidos estadísticos, gráficos y cartográficos contemporáneos, lo que propició discusiones pertinentes de carácter teórico y metodológico. Aunque los diversos métodos y métricas aquí mencionados representan solo una parte de la producción científica en la medición del riesgo y la vulnerabilidad en sus múltiples dimensiones, estos proporcionan un amplio debate y vinculación entre diferentes áreas del conocimiento, contribuyendo incluso a ofrecer un importante soporte para la reflexión y para los tomadores de decisiones.

**Palabras clave:** Riesgo. Vulnerabilidad. Indicadores. Metodologías de evaluación de riesgos.

## INTRODUÇÃO

O risco sempre foi algo inerente à vida humana. Desde os primeiros vestígios de existência humana, o risco encontra-se presente. Se considerarmos o período em que foi desenvolvido o fogo, o ser humano já estava em perigo. Desse modo, a cada instante, ação, momento, pode existir uma situação de perigo. Mesmo ao acordar ou dormir, sempre existirá a possibilidade de ocorrência de algum evento danoso. Assim, não poderíamos imaginar um mundo de risco zero.

Ao longo do percurso histórico, a probabilidade de ser acometido por algum evento danoso foi acentuando-se cada vez mais, em virtude do modo de vida adotado pela sociedade hodierna. Assim, expressões como "área de risco", "ambientes vulneráveis", "vulnerabilidade socioambiental", tornam-se cada vez mais recorrentes na linguagem acadêmica, científica e são também observados em nosso cotidiano e propagados na mídia eletrônica e impressa. Porém, apesar do conceito de risco encontrar-se atrelado ao cotidiano, no contexto científico os embates e as con-

traposições são frequentes devido, primordialmente, à sua aplicabilidade em diferentes circunstâncias, possibilitando um emaranhado de situações, possíveis usos e, conseqüentemente, variadas formas de interpretação.

Assim, o interesse pelo estudo e análise dos riscos vem ganhando campo e notoriedade, trazendo novas perspectivas em diversas áreas do conhecimento, estabelecendo inúmeras possibilidades quanto à avaliação, mensuração, uso de métricas, técnicas, dentre outros tipos de análises que envolvem essa perspectiva.

Ressalta-se que compreender e estudar riscos envolve grande complexidade. Ora, se o próprio conceito apresenta diferentes interpretações, enquanto é utilizado em distintas áreas ou contextos, ou até mesmo em virtude das experiências de cada pesquisador, já se percebe aí uma gama de possibilidades quanto ao seu emprego, análise e mensuração. Os diferentes tipos de riscos e suas respectivas formas de análise muitas vezes se confundem, tantas vezes se mesclam, reforçando cada vez mais discussões em torno de tais abordagens que visam enriquecer ainda mais a complexa ciência do risco, denominada de cindínica.

Tendo em vista o exposto, faz-se necessário compreender, desde um ponto de vista teórico e, quiçá, metodológico, as inúmeras interpretações/discussões que envolvem os riscos, perigos, vulnerabilidades, dentre outras terminologias associadas, uma árdua tarefa que permite tantas interpretações quanto às experiências pessoais/profissionais de cada pesquisador. Contudo, faz-se necessário um esclarecimento. Ainda que tal esforço seja considerado, analisar todas as possibilidades de interpretação, análise e mensuração, em sua completude, seria inviável.

Afinal, mesmo considerando seu uso apenas no âmbito da ciência geográfica, tal perspectiva encontra-se em plena ascensão e aprofundamento, inclusive com incontáveis possibilidades de análise. Nesse sentido, este artigo objetiva identificar, discutir e analisar algumas destas possibilidades de investigação e interpretação dos diferentes conceitos envolvidos na complexa “equação” do risco, bem como elencar alguns exemplos dentre os inúmeros métodos e métricas utilizados na ciência geográfica para mensurar/avaliar riscos e vulnerabilidades, de modo a evidenciar, ao menos em partes, a gama de aplicações que envolvem tal perspectiva.

Portanto, as exposições a seguir não visam encerrar o debate que se encontra, inclusive, em pleno desenvolvimento. Tampouco pretende resumir algo tão amplo e complexo em nome de algumas delimitações conceituais exploradas neste artigo e escolhas metodológicas com o intuito de exemplificar diversas aplicações no âmbito da ciência geográfica.

Faz-se aqui apenas um esforço intelectual pautado nas experiências e vivências enquanto pesquisadores interessados e atuantes nessa temática, justificando-se assim possíveis escolhas

e interpretações em torno da abordagem. Nesse sentido, as exposições buscam engendrar debates ao longo do percurso científico que essa temática vem proporcionando, sobretudo no que concerne à Geografia, podendo contribuir e fomentar discussões e estudos daqueles interessados nessa perspectiva de análise em torno dos riscos e vulnerabilidades.

### **O conceito de risco: para além do senso comum**

Ainda na infância, já é possível identificar os primeiros “especialistas” em risco: nossos pais. Afinal, o simples ato de andar de bicicleta sem os devidos equipamentos de segurança, entrar em uma piscina sem saber nadar, dentre outras e corriqueiras situações cotidianas acentuam a probabilidade de ocorrer algum evento danoso. Quantas vezes um pai ou uma mãe em alerta acaba “salvando” seu filho de situações perigosas antes que aquela situação de risco se concretize em algo danoso pelo simples fato de já projetar tal evento e possuir uma postura de se preparar para uma situação de risco? O medo, a insegurança e a experiência parecem ter moldado, com o tempo, a conduta dos pais.

Contudo, se observarmos tempos mais remotos, o ser humano (ainda nômade), quando percebia estar se colocando em uma situação de risco ao partir em busca de alimento, tentava agir de forma “segura” para lograr êxito em sua caçada? Mirando esses exemplos de questionamentos, observamos que a percepção/noção do risco vem sendo empregada ao longo da história e do cotidiano humano, apresentando-se como pré-científica, conforme destaca Rebelo (1999). Afinal, antes de qualquer formulação conceitual, a ideia já existia nas sociedades.

O risco está intimamente ligado à ocorrência de algo que traga perdas, danos, fracasso ou qualquer outro contexto que independe de si, mas também de fatores externos, pois se há a sua concretização, ou seja, a materialização do risco, observa-se uma situação de desastre. Claro que, em termos interpretativos e conceituais, se considerarmos a história da humanidade, estas terminologias podem apresentar certa evolução e mudanças quanto à interpretação, em especial quando mencionamos os riscos de ordem natural.

Kervern (1995), por exemplo, ressalta as diferentes noções e atitudes realizadas para minimizar tais riscos que nossa sociedade experienciou, ao menos, em três períodos distintos: a idade do sangue, a idade das lágrimas e a idade dos neurônios. A idade do sangue corresponde às primeiras civilizações, até o surgimento do cristianismo. Nessa época, o homem, sem compreender determinados fenômenos naturais, realizava sacrifícios de animais e até humanos em nome

de deuses para obtenção de dias melhores. Também eram realizadas oferendas, entre outras formas de agradecimento, acreditando que esses atos viessem a cessar os desastres.

Tuan (2005) inclusive argumenta que o ritual e a tradição eram representações não modernas de lidar dos indivíduos ou coletividade diante do medo, configurados pela incerteza e imprevisibilidade do comportamento da natureza.

Com a difusão do cristianismo, outra conduta passou a ser adotada, no que Kervern (1995) denominou de “idade das lágrimas”. Deus passou a ser a única e exclusiva fonte de obtenção de milagres, razão de castigar ou cessar o sofrimento humano. Várias atitudes são realizadas em prol do divino, com o intuito de justificar ou cessar a ocorrência de desastres e situações conflituosas para o homem. De qualquer forma, assim como na idade do sangue, o risco e sua materialização ainda são plenamente justificados pela explicação divina, colocando o homem como algo/alguém que apenas sofre os efeitos dos desastres, como se estes fossem verdadeiros castigos divinos.

Em um período mais recente, na idade dos neurônios, o risco é pensado a partir de ações que fortalecem a sua probabilidade de ocorrência. Destaca-se que essas mudanças foram percebidas após o terremoto em Lisboa, no ano de 1755, onde Rousseau ressalta que não há castigo divino, mas sim questões ligadas à falta de planejamento estratégico, visto que a cidade foi construída em uma zona de intensa instabilidade sísmica e, conseqüentemente, constituindo-se como área de intensa vulnerabilidade ambiental (KERVERN, 1995).

Aqui, evidencia-se para o fato de que o homem assume um importante papel na materialização do risco, ressaltando-se que sua conduta e seu modo de vida contribuem para que as sociedades estejam cada vez mais expostas e vulneráveis a eventos adversos e não tenham capacidade suficiente para responder positivamente diante de uma ameaça de grandes proporções. Isso fica nitidamente mais claro se considerarmos os riscos de ordem social e tecnológica, visto que estes claramente se apresentam como um constructo social.

Notadamente, com o advento da ciência moderna, a busca pelo controle da natureza também aumentou. Todavia, a possibilidade do risco foi ampliada nas mesmas proporções, o que acaba por desencadear situações de perigo cada vez mais recorrentes.

Nesse contexto, a sociedade pós-revolução Técnico-Científico-Informacional, viu a oportunidade de compreender os fenômenos naturais, estimar seus impactos e até, quem sabe, preveni-los. Este pensamento se consolida ao identificar, por exemplo, a adoção de projetos de controle de inundações, sistemas de alerta, entre outras medidas preventivas onde intervenção/precaução figuram como prioridade. Assim, conforme destaca Olímpio (2016), há uma mudança na forma de encarar a problemática, passando de uma noção de incerteza para de riscos, mensurado,

avaliado no tempo (frequência) e no espaço (intensidade, impactos) e, desta maneira, passível de gestão.

Ainda que não estabeleçam um marco científico, Castro, Peixoto, Pires do Rio (2005) apontam que os termos riscos e incerteza foram inicialmente empregados por Frank Knight, em 1921, em sua obra "Risk, uncertainty and profit", onde se explanam sobre riscos econômicos.

Outra abordagem para a temática, em termos científicos, se dá pela Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), entre os anos de 1987 e 1989, onde se abordaram os riscos naturais, riscos tecnológicos, a gestão de riscos, gestão das crises, etc. (REBELO, 1999).

Contudo, ainda persiste a noção de que os desastres naturais, por exemplo, são castigos da natureza. Segundo Romero e Maskrey (1993), está má interpretação é propagada em muitos casos, de forma inconsciente, pelos meios de comunicação, promovendo e influenciando para a ocorrência de uma sensação de fatalismo e imobilidade, sentimentos estes que surgem da incapacidade humana de lidar com a natureza.

Contudo, os riscos estão frequentemente no contexto social do ser humano. Assim, a materialização dele se dá através da ocorrência de um evento perigoso com potencial danoso e pela sua grandiosidade, principalmente quando se observa a capacidade de adaptação da sociedade.

Portanto, o risco está presente desde o cotidiano, como em outras circunstâncias elementares, na economia ou até mesmo na tecnologia. Entretanto, elenca-se que, independentemente da origem, o risco sempre terá essa noção pautada no social, pois este apenas existe se alguém pode perder/sofrer algo (CASTRO, PEIXOTO; PIRES DO RIO, 2005).

### **Riscos e vulnerabilidades: uma complexa interação e a consolidação de uma ciência cindínica**

Conforme já mencionado, todas as sociedades sempre apresentaram alguma convicção de estar sob determinadas situações de risco, em diferentes aspectos, sejam eles econômicos, naturais, sociais etc. Em termos conceituais, o risco já era empregado na cultura ocidental há muitos séculos. Porém, culturas como a japonesa, por exemplo, não possuem um equivalente direto para a palavra risco (PELLETIER, 2007).

A obra *Sociedade de risco* (1986), de Beck, desponta como um clássico de grande relevância para aqueles que querem compreender o risco em sua essência e o papel de nossa soci-

idade na materialização deste. Beck, além de evidenciar que vivemos literalmente numa sociedade do risco, enseja um debate sobre como o risco se modifica de acordo com o grau de modernidade.

Diante desse contexto, o risco apresenta-se como uma categoria de análise ligada intimamente à noção de incerteza, perdas econômicas, sociais e humanas, em decorrência de algum fator, que pode ser de origem natural, tecnológica etc. Assim, a percepção do risco enquanto elemento científico se deu a partir de predisposições no tempo e no espaço, muitas vezes a ponto de quantificar a “medida” do ocorrido e pensar como possíveis mazelas/situações deveriam e poderiam ser prevenidas.

Nesse sentido, conforme aponta Sevá (2005), pautado nas teorias da Física Moderna, quanto mais perto chegamos de uma conclusão objetiva e realista sobre o grau dos problemas e a qualidade dos riscos, mais esses riscos se acentuam. Assim, é incontestável a presença do risco. Ele é inerente à vida. Ademais, se considerados os marcos da evolução humana recente, o surgimento do capitalismo, o progresso das ciências e das tecnologias, a disseminação das relações democráticas, a ideia revolucionária que define o limite entre a modernidade e o passado, e até mesmo a busca do “domínio” do risco, nota-se que o futuro é mais do que uma fantasia dos deuses e que o homem não é um ser passivo diante da natureza (BERNSTEIN, 1998).

O termo risco está frequentemente acompanhado de um adjetivo que o qualifica e que o associa ao cotidiano dessa sociedade: risco econômico, ambiental, tecnológico, natural, social, biológico, entre outros (CASTRO et. al, 2005). Com tantas funções e sem encontrar uniformidade quanto à abordagem conceitual, diversas são as imprecisões, incertezas e confusões que se digem ao conceituar risco. De fato, “a palavra designa, ao mesmo tempo, tanto um perigo potencial, quanto sua percepção, e indica uma situação percebida como perigosa na qual se está ou cujos efeitos podem ser sentidos” (VEYRET, 2007, p.25)

A abordagem do risco considera diversos aspectos que podem nortear várias questões quanto à natureza do risco. Define-se, portanto, o risco como a probabilidade de algo acontecer, seus danos e suas implicações no espaço geográfico. Segundo Amaro (2005, p.7) “o risco é, pois, função da natureza do perigo, acessibilidade ou via de contato (potencial de exposição) características da população exposta (receptores), probabilidade de ocorrência e magnitude das consequências”.

Outro termo bastante atrelado e que influencia de forma significativa na “equação” do risco é a vulnerabilidade. White et al. (2001), inclusive, exprimem as tendências teórico-metodológicas da pesquisa e apontam a crescente atenção dada à abordagem da vulnerabilidade.

Primordialmente, ressalva-se que a vulnerabilidade é consequência do risco. Assim, muitos autores relacionam a vulnerabilidade ao risco, assim como Campos (1999), Lavell (1999) e Cardona (2001), os quais consideram que o risco se encontra diretamente relacionado a dois fatores: a ameaça (também chamada de perigo) e a vulnerabilidade (muito relacionada à desigualdade social, pobreza, concentração populacional etc.).

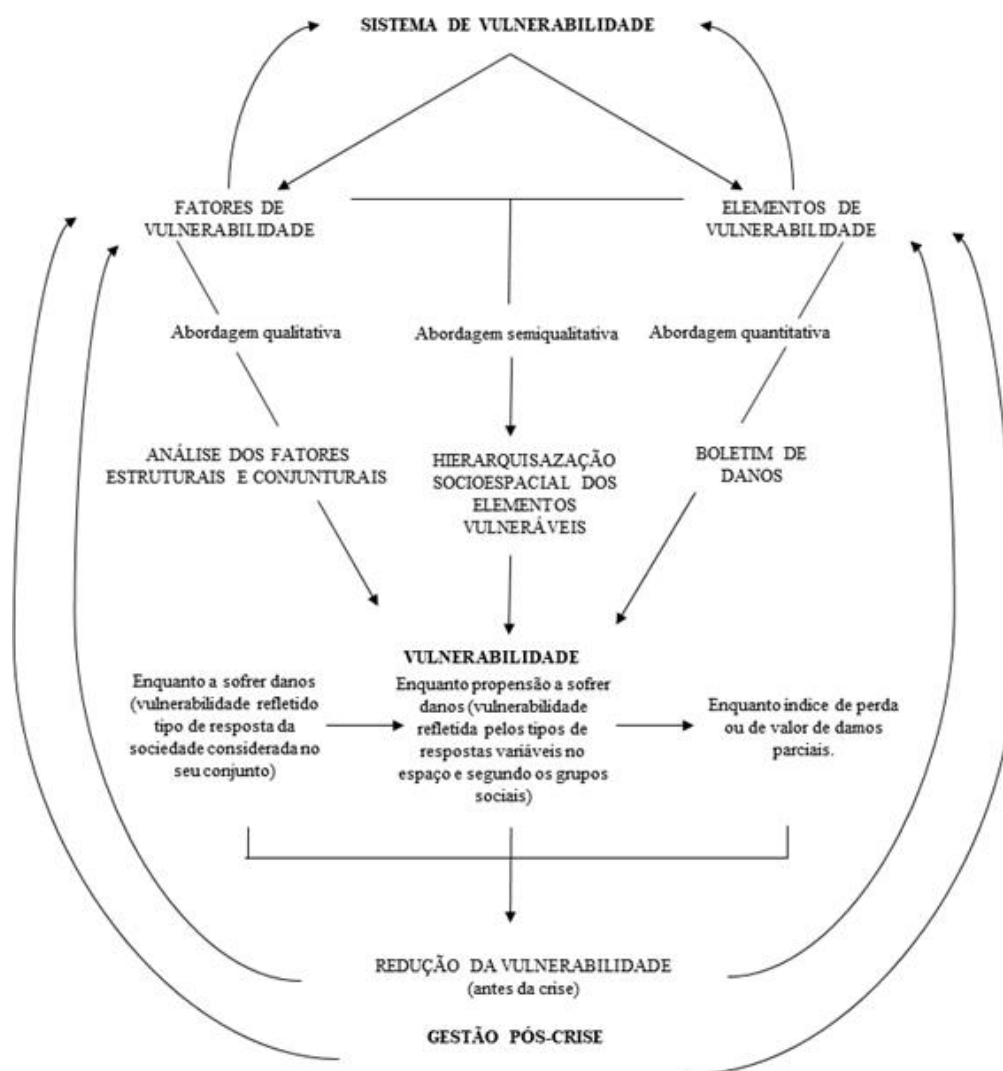
Bohle (2002) expõe que a vulnerabilidade é concebida através de dois prismas: um externo (ambiental) e outro interno (humano), cobrindo uma extensa gama de possíveis danos e consequências, o que implica um período relativamente longo, excedendo certamente o tempo de ocorrência do evento danoso.

Para Confalonieri (2003, p. 200), o conceito de vulnerabilidade social de uma população tem sido utilizado para a caracterização de grupos sociais que são mais afetados por estresse de natureza ambiental, inclusive aquelas ligadas ao clima. A pobreza, inclusive, é indiscutivelmente uma das causas mais profundas da vulnerabilidade.

Os estudos de vulnerabilidade, independentemente das diferentes abordagens empregadas (Figura 1), geralmente se baseiam na análise de possíveis danos, ou seja, na propensão de sofrer danos, muitas vezes construindo-se índices que permitam, mesmo com algumas doses de subjetividade, categorizar, de forma objetiva, a vulnerabilidade. Trata-se de um mecanismo de mensuração que pode ser utilizado como recurso na tomada de decisão, na definição de estratégias e adoção de medidas preventivas como forma de oportunizar respostas positivas mediante à ocorrência de algum evento adverso ou situação de perigo. Ou seja, a ciência da vulnerabilidade, conforme aponta Cutter (2011), ajuda a compreender como o mesmo acontecimento pode produzir impactos diferentes nas zonas envolventes.



**Figura 1:** Síntese das diferentes abordagens da vulnerabilidade e suas relações.



**Fonte:** modificado de D'Ercole (1994), por Almeida (2009).

Segundo Cutter (1996), a ciência da vulnerabilidade concentra-se em três temáticas principais: as contradições e confusões no significado do termo, a sua mediação e as causas das resultantes espaciais associadas aos estudos de vulnerabilidade. Ainda concordando com Cutter (2011), a vulnerabilidade, numa definição simplificada e objetiva é o potencial para a perda. Inclui desde elementos de exposição ao risco (circunstâncias que colocam pessoas e localidades em risco perante determinado perigo), até de propensão (circunstâncias que ampliam ou reduzem a capacidade da sociedade, da infraestrutura ou dos sistemas físicos para responder positivamente diante de determinadas ameaças).

De acordo com White et al (2001) e concordando com as observações de Cutter (1996), a vulnerabilidade se tornou, nas últimas décadas, um conceito central utilizado por diversos autores, bem como diferentes áreas do conhecimento. Mesmo que apresente perspectivas diferentes, tais abordagens em torno da vulnerabilidade acabam, em síntese, por indicar sua mensuração em diferentes contextos de análise.

E, ainda que existam diferentes abordagens, tais perspectivas evidenciam, em grande parte, como a vulnerabilidade encontra-se revestida de conteúdo social. Claro que, em estudos que visam analisar a vulnerabilidade natural são considerados a estabilidade/instabilidade dos elementos físicos e bióticos, por exemplo, de uma determinada localidade em virtude de processos morfogenéticos, pedogenéticos e de fitossucessão, conforme Tricart (1977) pontua em sua obra *Ecodinâmica*. Contudo, se consideradas as vulnerabilidades ambiental, social e até mesmo a vulnerabilidade socioambiental, observa-se o quanto a interferência por parte da organização da sociedade acaba por influenciar de forma considerável na análise.

Até mesmo em estudos voltados à análise da vulnerabilidade com relação à fenômenos naturais, o conteúdo social apresenta grande relevância. Blaikie et al. (1994), por exemplo, definiram vulnerabilidade como as características de uma pessoa ou grupo em termos de sua capacidade de antecipar, lidar com, resistir e recuperar-se dos impactos de um evento perigoso. Almeida (2011), baseado em Leone e Vinet (2006) chega a indicar alguns tipos de vulnerabilidade (Tabela 1) dentro dessa perspectiva voltada aos fenômenos naturais com potencial deflagrador de desastres.

**Tabela 1:** Tipos de vulnerabilidade aplicados aos fenômenos naturais.

TIPO DE VULNERABILIDADE	CARACTERÍSTICAS
Vulnerabilidade Física (ou estrutural, ou corporal)	Concentram-se na análise das construções, das redes de infraestrutura e do potencial de perdas humanas.
Vulnerabilidade humana ou social	Avalia os retornos da experiência sobre as capacidades de resposta, adaptações, comportamentos e suas consequências socioeconômicas e territoriais. Acrescenta-se ainda a percepção das ameaças ou da memória do risco, conhecimento dos meios de proteção, os tipos de comportamentos potenciais.
Vulnerabilidade Institucional	Trata da capacidade de resposta das instituições diante da crise; funciona como fator indireto da vulnerabilidade social.
Vulnerabilidade ambiental e patrimonial	Analisa os danos sobre os componentes ambientais – Vegetação, solo, recursos hídricos, fauna, e aspectos culturais provocados por fenômenos naturais.
Vulnerabilidade funcional e econômica	Avalia as disfunções no que tange as atividades econômicas, rupturas

nas redes de comunicação e transporte, entre outros.
--

**Fonte:** ALMEIDA (2010), a partir de Leone e Vinet (2006).

Afinal, de acordo com esta perspectiva, entender a vulnerabilidade significa compreender, a partir de diversos critérios, o que eventualmente deixaria algo/alguém fragilizado/exposto, significa revelar variáveis que englobem aspectos peculiares que possam fomentar o processo de compreensão do grau de vulnerabilidade.

Assim, comumente a vulnerabilidade associa-se à capacidade de lidar com, de adaptar-se, de responder à determinados fenômenos de ordem natural, sendo comumente definida como produto da exposição física a um perigo natural e da capacidade humana para se preparar para e recuperar-se dos impactos negativos dos desastres (CONFALONIERI, 2003). Hogan e Marandola Jr (2006) destacam que tal vulnerabilidade é dinâmica, podendo apresentar sazonalidades, uma vez que passa pela avaliação do perigo envolvido, do contexto geográfico e da produção social.

Destarte, a aplicabilidade da vulnerabilidade possui variáveis a serem compreendidas. Cada forma de análise possui estreita relação com sua abordagem. Pelling (2003) apud Klein et al. (2003) discorre sobre a vulnerabilidade humana (individual), onde se separa a vulnerabilidade aos perigos naturais em três componentes: exposição, resistência e resiliência.

De qualquer forma, a vulnerabilidade está associada ao perigo, tanto no que diz respeito à possibilidade, como da própria ocorrência, sendo geralmente produto de uma equação complexa que envolve a capacidade de dar respostas ao perigo, seja absorvendo seu impacto, seja adaptando-se, mitigando seus efeitos ou evitando-o (MARANDOLA JR., 2009).

E, em se tratando de equação complexa, a vulnerabilidade figura como um importante componente na “equação do risco”, conforme já evidenciado. Contudo, em virtude da gama de processos que podem estar inseridos nesta equação, observa-se o quão desafiador é mensurar o mesmo, inclusive identificar/analisar situações de perigo, bem como o grau e/ou variáveis e indicadores que possibilitam avaliar ou compreender de forma adequada a vulnerabilidade. Afinal, a vulnerabilidade, vista sob essa ótica, é produzida pela própria sociedade (REBELO, 2008), refletindo as condições que originam ou aumentam a predisposição de grupos a serem afetados por um perigo ambiental (SOUZA; ZANELLA, 2009)

Segundo Dubois-Maury e Chaline (2004), a vulnerabilidade aos riscos, quer sejam eles endógenos ou exógenos, apresenta uma noção complexa, uma vez que considera desde conteúdos de cunho social, econômico, patrimonial, tecnológico e até mesmo organizacionais que se diversificam no tempo e no espaço.

Contudo, mesmo diante de tal papel desafiador, a ciência geográfica tem procurado, em suas diversas possibilidades de análises e considerando os distintos tipos de riscos e vulnerabilidades na sociedade contemporânea, mensurar, avaliar e estimar o risco e vulnerabilidade a partir de metodologias que possibilitam uma gama de aplicações, muitas vezes com a utilização de metodologias quanti-qualitativas, conforme será explorado adiante.

### **A ciência geográfica e cindínica na estimativa dos riscos e vulnerabilidades: métodos, métricas, indicadores e algumas possibilidades de abordagem**

A Geografia, em seu contexto geral, sempre partiu de perspectivas que englobassem aspectos da natureza local/regional/global e a própria dinâmica social, buscando elementos que pudessem perceber/entender o espaço geográfico. Utilizou-se de princípios que, desde a sua origem, deram suporte a todo um arcabouço teórico/metodológico para que a Geografia, enquanto ciência, fosse capaz de compreender o espaço e a relação natureza x sociedade.

Em se tratando de risco, tais estudos no âmbito da ciência geográfica ganham forte apelo nas últimas décadas, em virtude do coro de um sem-número de especialistas e cientistas que alertam para o impacto das atividades humanas sobre a natureza do planeta e, conseqüentemente, sobre a própria sociedade.

E, ainda que estejam revestidos de conteúdo teórico, tais estudos, em termos operacionais, geralmente apontam para a mensuração e utilização de métodos, métricas/indicadores, os quais passaram a fazer parte dos anseios geográficos, em especial quando se valem de ferramentas que valorizam ainda mais a análise em uma perspectiva espaço-temporal, quando a Cartografia, os Sistemas de Informação Geográfica, a Modelização, entre outras possibilidades, figuram como elementos que contribuem para a percepção/análise de diferentes contextos. Assim, em termos empíricos, pode fornecer uma base para formulação de políticas públicas e de redução de riscos.

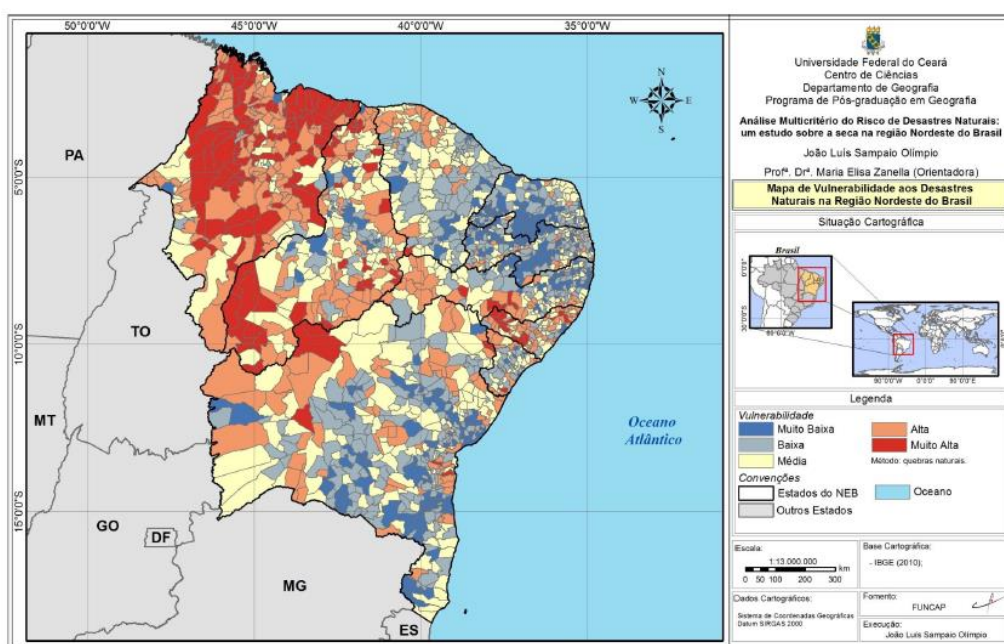
No entanto, ao sugerir tais metodologias, métricas, indicadores, conseqüentemente surgem indagações como: qual metodologia utilizar? Quais critérios considerar para construir indicadores de vulnerabilidade? Como mensurar o risco? A verdade é que tais respostas podem variar em virtude das escolhas, conhecimento, experiências profissionais e preferências de cada pesquisador. Inclusive, não é tarefa fácil, visto que exige uma abordagem integradora que contemple as complexas interações entre sistemas sociais, naturais etc.

Diante do exposto, ainda assim algumas metodologias podem aqui ser ressaltadas, somente com o intuito de evidenciar a gama de possibilidades de aplicação/análises, além da multidimensionalidade empregada em diversos estudos que envolvem o risco e a vulnerabilidade.

Geralmente, as investigações sobre perigos/ameaças apoiam-se na cartografia dos sistemas físicos e no delineamento do risco associado aos perigos (CUTTER, 2011). Assim, no âmbito da ciência geográfica, observa-se o uso recorrente dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para mapear, por exemplo, planícies fluviais e possíveis áreas inundadas, zonas de inundação costeira, áreas com risco potencial para ocorrência de deslizamentos de terra, zonas sísmicas ou até mesmo determinadas localidades que apresentam populações mais vulneráveis em uma perspectiva social (quando inúmeras variáveis e critérios podem ser considerados na construção de indicadores).

A título de exemplificação, tal emprego de métricas e indicadores, integrados ao SIG, podem ser utilizados no âmbito dos estudos sobre Desastres Naturais, conforme Olímpio (2017) propõe o Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais (IVDEN), a partir de metodologia baseada na Análise dos Componentes Principais (ACP), utilizando-se de indicadores e pesos para cada variável com o intuito de definir níveis de vulnerabilidade, considerando como entidade espacial os municípios da Região Nordeste (Figura 2). Em termos operacionais, o autor também propõe um Índice de Risco aos Desastres das Secas/Estiagens (IRDES) a partir da sobreposição espacial do histórico de desastres e a vulnerabilidade dos municípios.

**Figura 2:** Categorização da vulnerabilidade aos desastres naturais nos municípios do Nordeste brasileiro.



Fonte: Olímpio (2017).

O processo de análise dos componentes principais (ACP) é usado em quase todas as aplicações relacionadas à tomada de decisão por meio de multicritérios. Os três elementos principais do ACP são construções de hierarquia, análise de prioridade e verificação de consistência. Primeiro, precisa dividir os complexos problemas de decisão de multicritérios em seus componentes, onde os atributos principais são organizados em vários níveis hierárquicos. Em segundo lugar, deve-se comparar cada *cluster* no mesmo nível de maneira pareada com base nos parâmetros adotados, associando critérios de mesmo nível.

As comparações são realizadas através de tomada de decisão e, o terceiro elemento, denominado verificação de consistência, é considerado uma das vantagens mais significativas do ACP, o qual é incorporado para mensurar o grau de veracidade do processo, calculando a razão e comparações dos pares.

A demanda para construção de indicadores de mensuração do risco e vulnerabilidade, hodiernamente, vem sendo ampliada na comunidade científica, independente da natureza das variáveis utilizadas, sejam elas de ordem social, infraestrutural, ambiental, natural etc.

Considerando a natureza das variáveis, podem ser aqui elencadas alguns exemplos de aplicação bem difundidos na comunidade científica, como a metodologia proposta por Crepani *et al* (2001), que visa mensurar a vulnerabilidade natural à perda do solo (a partir de 21 classes), como forma de produzir conteúdo cartográfico que subsidiaria o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). As escalas de vulnerabilidade (Figura 3) foram construídas a partir da caracterização morfodinâmica das unidades territoriais básicas utilizadas na proposta, segundo critérios desenvolvidos a partir dos princípios da Ecodinâmica (TRICART, 1977) que estabelece as seguintes categorias morfodinâmicas: Meios estáveis, intergrades e fortemente instáveis. Tal metodologia é amplamente empregada em diversos estudos no âmbito da Geografia Física.

**Figura 3:** Escalas de Vulnerabilidade Natural propostas por Crepani *et al* (2001).

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA	GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			CORES
			VERM.	VERDE	AZUL	
U1	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	[Red]
U2	2,9		255	51	0	
U3	2,8		255	102	0	
U4	2,7		255	153	0	
U5	2,6	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0	[Yellow]
U6	2,5		255	255	0	
U7	2,4		204	255	0	
U8	2,3		153	255	0	
U9	2,2	MEDIANAM. ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0	[Green]
U10	2,1		51	255	0	
U11	2,0		0	255	0	
U12	1,9		0	255	51	
U13	1,8	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	102	[Cyan]
U14	1,7		0	255	153	
U15	1,6		0	255	204	
U16	1,5		0	255	255	
U17	1,4	ESTÁVEL	0	204	255	[Blue]
U18	1,3		0	153	255	
U19	1,2		0	102	255	
U20	1,1		0	51	255	
U21	1,0		0	0	255	

Fonte: Crepani *et al* (2001).

Em uma dimensão distinta (social), pode ser citado como exemplo o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) divulgado pelo Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (Ipea), o qual considera dezesseis variáveis distribuídas em três indicadores: infraestrutura urbana, capital humano, renda e trabalho (Figura 4).

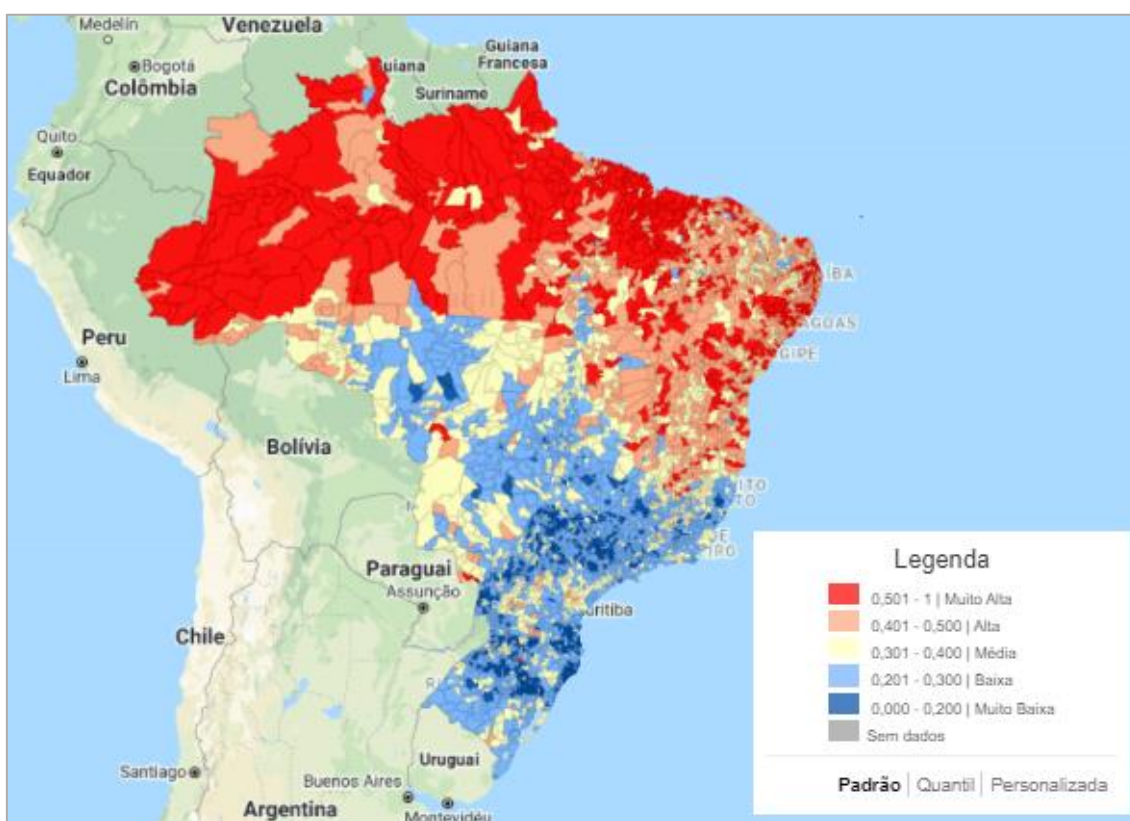
**Figura 4:** Indicadores e variáveis empregados no IVS.



**Fonte:** Elaborado pelos Autores (2021), baseado em IPEA (2016).

Tal índice (IVS) figura como um bom exemplo para evidenciar a multidimensionalidade e possibilidades de escolha de variáveis e critérios para mensurar a vulnerabilidade social (Figura 5), visto que os estudos que se utilizam de outros índices de vulnerabilidade social no âmbito da ciência geográfica, também se valem de critérios e variáveis (de forma semelhante aos que são empregados no IVS) para construir indicadores que, em alguns casos, também podem apresentar pesos distintos (quando a análise é realizada de forma ponderada).

**Figura 5:** Índice de Vulnerabilidade Social.



Fonte: Atlas da Vulnerabilidade Social - IPEA (2010)

Há também índices que incluem diversos componentes/variáveis e que acabam empregando a terminologia “ambiental”. Um Índice de Vulnerabilidade Ambiental bastante difundido internacionalmente é o *Environmental Vulnerability Index* (EVI), desenvolvido pela *South Pacific Applied Geoscience Commission* (SOPAC) juntamente com a *United Nations Environmental Programme* (UNEP) e parceiros. Tal índice foi desenvolvido com o auxílio de especialistas de diversos países e, de acordo com Aquino *et al* (2017), é comumente utilizado como um indicador de vulnerabilidade social e econômica para evidenciar os processos que podem interferir no desenvolvimento sustentável dos países.

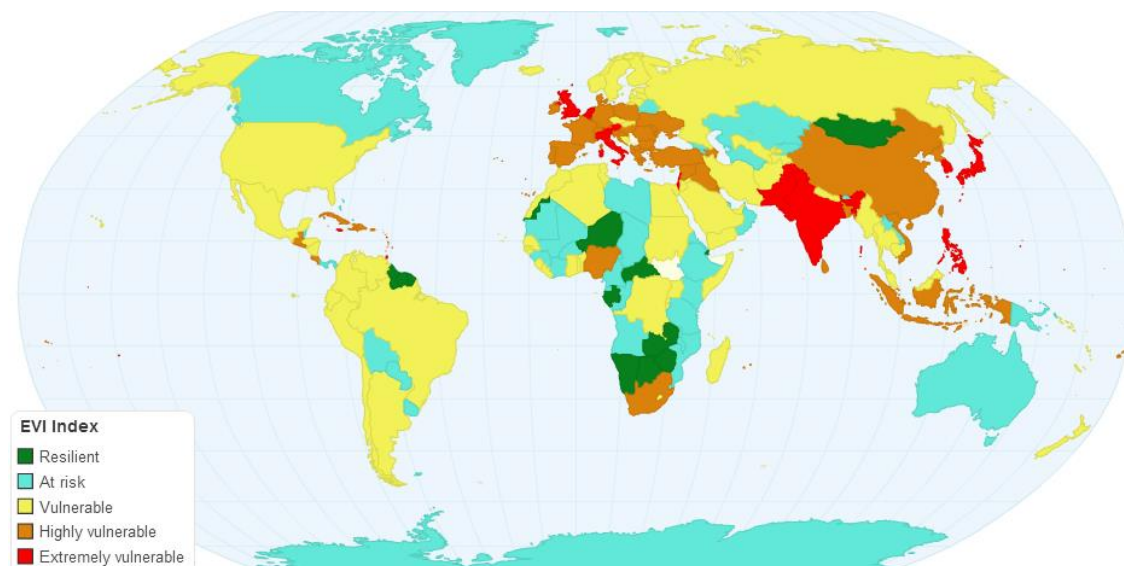
Quando aplicado, tem como base referencial os riscos do meio ambiente (naturais e tecnogênicos), a capacidade do meio de lidar com o risco (resiliência) e a integridade do ecossistema (o resultado de possíveis impactos). Estes, conforme SOPAC/UNEP, constituem os seguintes sub-índices: REI (Risk Exposure sub-Index), IRI (Intrinsic Resilience sub-Index) e EDI (Environmental Degradation sub-Index).

Assim, a proposta do EVI (Figura 6) procura compreender e mensurar as vulnerabilidades do meio ambiente, antever danos maiores e irreversíveis que coloquem em risco o bem-estar e o futuro da humanidade. A avaliação da vulnerabilidade ambiental utiliza, nesse caso, uma ampla



base de indicadores (por volta de cinquenta) de forma objetiva em cada um dos componentes de vulnerabilidade considerados (AQUINO et al., 2017).

**Figura 6:** Classes de vulnerabilidade dos países a partir do *Environmental Vulnerability Index* (EVI).

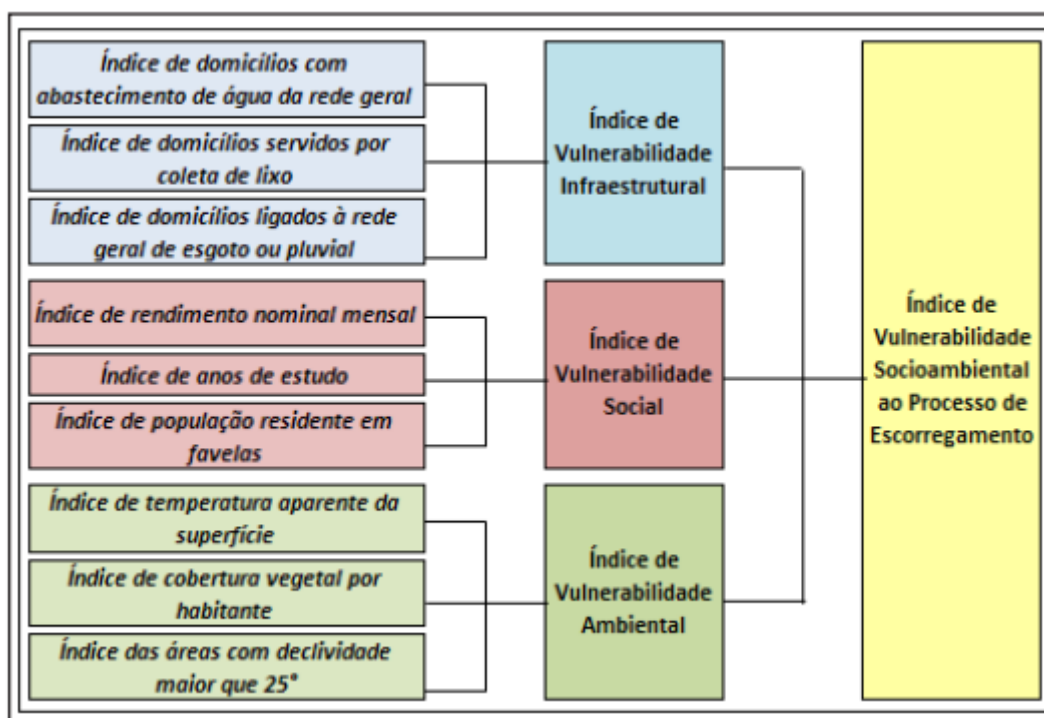


Fonte: EVI (2021).

O mesmo pode ser empregado em escalas menores, em nível mundial, países ou até mesmo estados, com objetivo de classificar e fornecer uma expressão de algoritmos. Assim como os índices supramencionados, por vezes, variáveis e critérios podem ser combinados para se estabelecer uma equação para definição de índices. Inclusive, tais índices, independentemente de sua natureza, também podem ser incorporados e cruzados para estabelecer outros índices, com a finalidade de analisar os múltiplos componentes envolvidos em uma determinada análise. É o que se verifica, por exemplo, na construção de índices voltados à análise de riscos e vulnerabilidades em uma perspectiva socioambiental.

Final, considerando a essência de tal terminologia, já é possível vislumbrar a necessidade de avaliar desde aspectos de cunho social, ambiental e, se necessário, aspectos físico-estruturais de uma determinada entidade espacial a ser utilizada na análise. Foi o que Gamba (2011) realizou ao estabelecer um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental no processo de escorregamento para o município de São Paulo - SP, cruzando índices de natureza distinta (Figura 7).

**Figura 7:** Perfil esquemático para obtenção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.



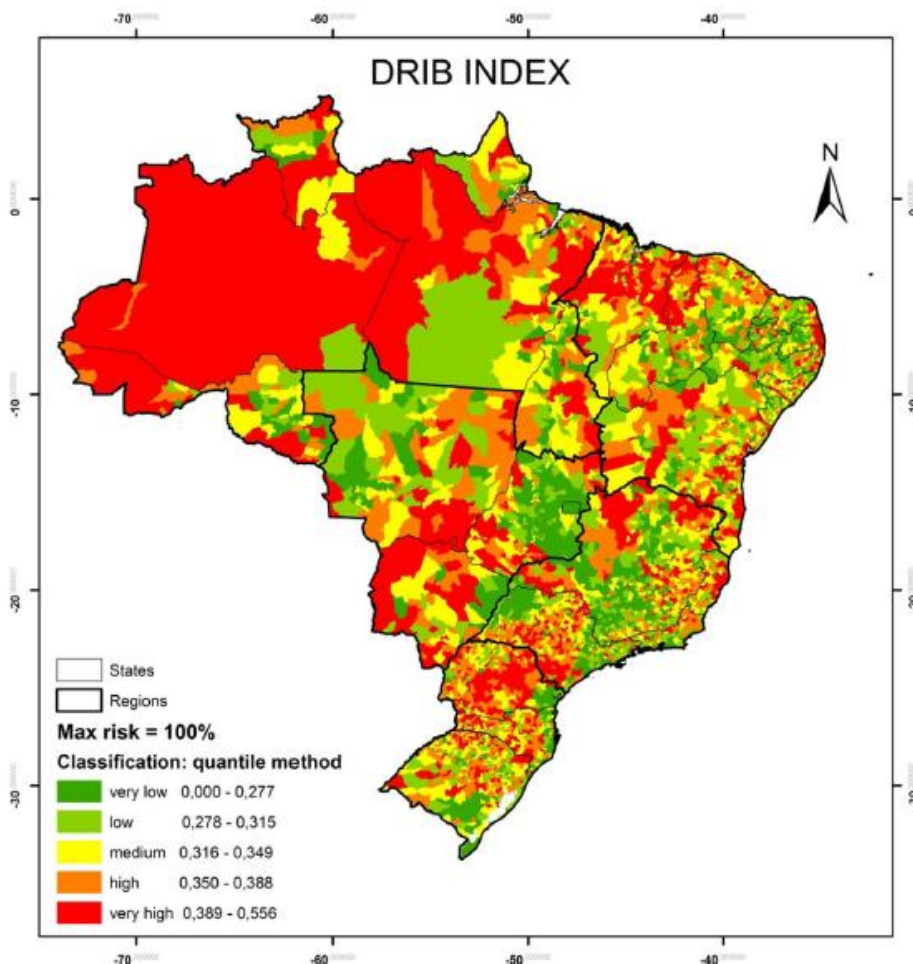
Fonte: Gamba (2011).

A partir dos exemplos já mencionados, é possível notar a riqueza, amplitude e multidimensionalidade quanto às possibilidades de aplicação que acabam sendo incorporadas, inclusive, em perspectivas bem atuais, como no estudo desenvolvido por Benevenuto e Brandão (2020) e cancelado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, que procurou mensurar a vulnerabilidade associada à disseminação da COVID-19 em diferentes localidades do Nordeste brasileiro. No estudo, estabeleceram-se quatro indicadores a fim de contemplar as dimensões da vulnerabilidade, a qual foi analisada mediante a construção de um novo indicador multicritério que auxilia na tomada de decisão, cruzando as seguintes dimensões: grupo de riscos, acessibilidade aos equipamentos, fator social e proximidade dos focos de contágios.

Por fim, cabe citar também exemplos de aplicação de índices voltados à mensuração do risco, assim como aquele difundido por Almeida, Welle e Birkmann (2016), os quais propõem um Índice de Risco voltado aos Desastres no Brasil denominado *DRIB Index*, contribuindo para a avaliação e visualização dos diferentes níveis de exposição, vulnerabilidade e risco no Brasil. Este contempla quatro componentes principais em sua análise: exposição aos riscos naturais, suscetibilidade das comunidades expostas, capacidades de enfrentamento e adaptação. Nota-se, dessa forma, que o primeiro indicador engloba a esfera dos Desastres Naturais, enquanto os demais já

consideram a esfera da sociedade nesta complexa interação. Estes indicadores, de forma integrada (a partir da metodologia proposta pelos autores) constituem o *DRIB Index* (Figura 8).

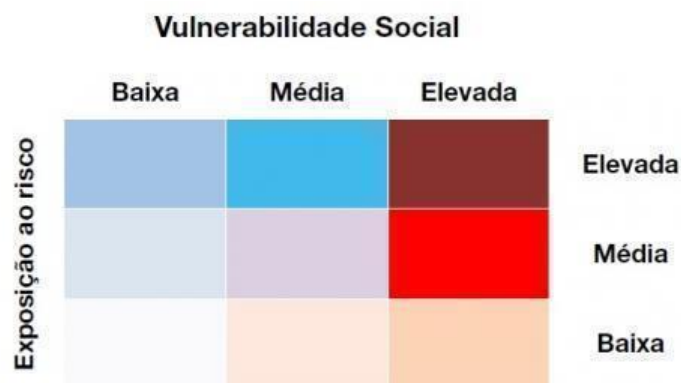
**Figura 8:** DRIB Index aplicado nos municípios brasileiros.



**Fonte:** Almeida, Welle e Birkmann (2016).

A partir dos exemplos, é possível observar a complexidade envolvida na análise dos riscos e vulnerabilidades em suas diferentes dimensões (desde um ponto de vista físico, até um ponto de vista social). De qualquer forma, a cartografia também acaba figurando como a mais usual ferramenta capaz de evidenciar mais claramente essa intersecção entre as variadas dimensões.

Inclusive, o emprego da cartografia bivariada (Figura 9) pode contribuir para o cruzamento de indicadores categorizados para se chegar, por exemplo, à mensuração do risco. A cartografia bivariada, como alternativa para mapear, é proposta a partir dos estudos de Bertin (1983) e constitui-se na combinação de variáveis visuais que podem resultar em outras dezenas de combinações.

**Figura 9:** Exemplo de cartografia bivariada.

Fonte: Cutter (2011).

Este método pode até utilizar todas as seis variáveis visuais (tamanho, valor, cor, granulação, orientação, forma), mas a que apresenta maior usabilidade é a variação de cor ou valor, pois interagem entre si e maximizam a representação da informação que reúne agrupamentos perceptuais de várias combinações de dimensões e combinações coropléticas. A informação é codificada por duas variáveis, que criam duas outras dimensões no plano horizontal e vertical. Estas variáveis encontram-se ao longo de dois eixos ortogonais (x e y).

Cruzando-se mais de uma informação, é possível estabelecer matrizes, conforme aquela preconizada por Egler (1996), o qual baseou-se nas relações entre sistemas naturais, a estrutura produtiva e as condições sociais de reprodução humana nas escalas local, regional e nacional para definir níveis de risco. Assim, o referido autor construiu uma matriz simplificada, nomeada de “matriz de composição do risco ambiental” (Figura 10) que, neste caso, reúne a representação a partir de três variáveis visuais de cor.

**Figura 10:** Matriz de composição do risco ambiental.

ORIGEM/ESCALA	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL
VULNERABILIDADE DOS SISTEMAS NATURAIS	ALTO	MÉDIO	BAIXO
DENSIDADE DA ESTRUTURA PRODUTIVA	BAIXO	ALTO	MÉDIO
CRITICIDADE DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE	MÉDIO	BAIXO	ALTO

Fonte: Autores (2021), baseado em Egler (1996).

Esses exemplos de cartografia bivariada e de matriz de riscos, quando espacializados a partir de determinadas entidades espaciais (seja um conjunto de residências, bairros, cidades, entre outras unidades administrativas), acabam permitindo uma visibilidade de determinadas problemáticas com maior profundidade, podendo desvelar questões que até então não eram perceptíveis. Aqui, percebe-se a importância, conforme aponta Marcelino et al (2006), de um dos maiores instrumentos nas análises de riscos: a Cartografia e os Sistemas de Informação Geográfica – SIG.

Claro que, tais ferramentas/metodologias também podem ser empregadas para mensurar o risco e a vulnerabilidade, por exemplo, de determinados grupos sociais. De qualquer forma, é nítida as diversas possibilidades de aplicação e análise no âmbito da ciência geográfica, a qual vem contribuindo e amplificando os estudos sobre riscos e vulnerabilidades.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência cindínica, em termos teóricos e metodológicos, acaba por fornecer a base para a construção de diversos métodos e métricas para mensurar o risco e a vulnerabilidade em suas múltiplas dimensões. Contudo, é perceptível a apropriação e as proposições inovadoras da ciência geográfica nesse campo nas últimas décadas.

O SIG, combinado com as inúmeras possibilidades de análise dos riscos e vulnerabilidades a partir de métodos, métricas e indicadores diversos, por vezes mensurados a partir do emprego da estatística e apresentados a partir de modelos geoespaciais ou com mapas temáticos diversos, estão, cada vez mais e de forma aplicada, encontrando terreno fértil em diversos campos de atuação da ciência geográfica. Ademais, ao apresentar métricas específicas para os softwares em uso, no momento do desenvolvimento de uma pesquisa, também amplia consideravelmente o número de possibilidades metodológicas de aplicação.

Ainda que existam diversas possibilidades que partem das escolhas pessoais ou influências de cada pesquisador, tais produtos figuram como ferramentas importantes para a discussão e ação, inclusive porque sua utilização oferece oportunidades por parte dos gestores na tomada de decisão, contribuindo para a árdua e complexa tarefa coletiva voltada à redução dos riscos e vulnerabilidades tão presentes em nossa sociedade contemporânea. Contudo, representa apenas um primeiro passo para estabelecer um diálogo profícuo e medidas efetivas de enfrentamento, por exemplo, de um dos maiores desafios envolvidos na análise dos riscos: a desigualdade social.

Claro que se faz necessário reconhecer algumas dificuldades e limitações, uma vez que tais metodologias também são alvos de questionamentos, seja em virtude do emprego de técnicas

estatísticas que propõem uma análise de forma fria e objetiva, seja por conta da imprecisão, clareza ou até mesmo emprego de subjetividade na escolha de variáveis que procuram traduzir, da forma mais fiel, o risco e a vulnerabilidade. Afinal, tais componentes são muito complexos para serem mensurados em uma equação.

E, quando se trata da representação, tem ainda que considerar a semiologia gráfica, desde os tipos de mapas, a quantidade de dados, os atributos, as camadas geoespaciais e as variáveis visuais escolhidas para compor o conjunto do produto final. Alguns dos exemplos de mapas apresentados aqui, atendem apenas a configuração da representação zonal-ordenada-cor/valor. Existem ainda tantas possibilidades e que bem aplicadas representam o tema de forma clara e adequada.

Assim, tal discussão travada neste artigo surgiu com o intuito de evidenciar a multiplicidade de métodos, métricas e indicadores utilizados no campo da ciência cindínica e no âmbito da ciência geográfica. Obviamente, esse debate não se encerra aqui. Contudo, a emergência da temática ambiental na atualidade posiciona os estudos sobre riscos e vulnerabilidades em um patamar elevado e, certamente, tais estudos apresentam um forte potencial de ampliação, de crescimento, de difusão.

Afinal, a ciência dos riscos, além de proporcionar um elo entre diferentes áreas do conhecimento, inúmeros diálogos possíveis, desenvolvimento de medidas mitigadoras e até produtos para os tomadores de decisão, traz em sua essência aquilo que mais importa para a nossa sociedade contemporânea: pensar e almejar propostas que visem a nossa qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. de. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia. **Revista Mercator**. Fortaleza, v.10, n. 23, p. 83-99, 2011.

ALMEIDA, L. Q. de; WELLE, T; BIRKMANN, J. Disaster risk indicators in Brazil: A proposal based on the world risk index. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. v. 17, p. 251-272, 2016

AQUINO, A. R. de et al. Indicadores e índices de vulnerabilidade ambiental. In: AQUINO, A. R. de; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R. de. **Vulnerabilidade ambiental**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 39-60.

BERNSTEIN, Peter. L. **Against the Gods**: the remarkable story of risk. Nova Jersey: John Wiley and Sons, 1998.

BERTIN, J. **Semiology of graphics**. Madison, Wis.: University of Wisconsin Press. 1983.

BOHLE, H. G. Land degradation and human security. In: PLATE, E (Ed). **Environment and human security**. Contributions to a Workshop in Bonn. Bonn, 2002.

BLAIKIE, Piers. M.; CANNON, Terry.; DAVIS, Ian.; WISNER, Ben. **At risk**: natural hazards, people's vulnerability, and disasters. London: Routledge, 1994. 284p.



- CAMPOS FILHO, C. M. **Cidades brasileiras**: seu controle ou o caos. São Paulo: Studio Nobel, 1999.
- CARDONA, O. D. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In: BANKOFF, G., FRERKS, G., HILHORST, D. (ED). **Mapping vulnerability: disasters, development and people**. Londres: Earthscan, 2004.
- CASTRO, Cleber. M.; PEIXOTO, Maria. N. O.; RIO, Gisela. A. P. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências** – UFRJ. Rio de Janeiro: UFRJ, Vol. 28-2, 2005 p. 11-30.
- CHEN, K.; MCANENEY, J.; BLONG, R.; LEIGH R.; HUNTER, L.; MAGILL, C. Defining area at risk and its effect in catastrophe loss estimation: a dasymetric mapping approach. **Applied Geography**, v. 24, 2004. p. 97-117.
- CREPANI, E. *et al.* **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- CUTTER, Susan. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v.20, n.4, p.529-539, 1996.
- CUTTER, Susan. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n.93, p. 59-69, 2011.
- DAUPHINÉ, A. **Risques et catastrophes**: observer, spatialisier, comprendre, gérer. Paris: Armand Colin, 2005.
- DUBOIS-MAURY, J.; CHALINE, C. **Les risques urbains**. 2. ed. Paris: Armand Colin, 2004.
- EDGLER, C. A. G. Risco Ambiental como critério de gestão de território: uma aplicação à zona costeira brasileira. **Revista Território**, v.1, n.1, p. 31-41, 1996.
- ENVIRONMENTAL VULNERABILITY INDEX (EVI). ChartsBin.com. Disponível em: <http://chartsbin.com/view/39037>. Acesso em: 26 fev 2021.
- GAMBA, C. **Avaliação da Vulnerabilidade Socioambiental dos Distritos do Município de São Paulo a Processo de Escorregamento**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011, 204p.
- GRIGIO, A. M. **Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN)**: simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. Dissertação (Mestrado). UFRN. Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. Natal/RN. 2003.
- HOGAN, Daniel J.; MARANDOLA JR., E. Para uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade. In: CUNHA, J. M. P. **Novas metrópoles paulistas**: população vulnerabilidade e segregação. Campinas. Nepo/Unicamp, 2006. p. 21-50.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA (IPEA). **Atlas da Vulnerabilidade dos Municípios e Regiões Metropolitanas brasileiras**. 2016. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/sobre>. Acesso em: 26 fev 2021.
- KERVEN, G. Y. **Elementos Fundamentais das ciências cindínicas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.
- LAVELL, Allan. **Gestión de riesgos ambientales urbanos**. Lima: LA RED,1999. E-book. Disponível em: [https://www.unisdr.org/files/11008\\_GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos1.pdf](https://www.unisdr.org/files/11008_GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos1.pdf). Acesso em: 25 mar. 2019.
- LEONE, F.; VINET, F. **La vulnerabilité um concept fondamental au couer des méthodes d´ evolution desrisques naturels**. Montpellier: Univesrité Paul Valery, 2005. 144 p.
- MARANDOLA JR, E. (Orgs). **População e mudanças climáticas**: dimensões humanas das mudanças ambientais

globais. Campinas: Núcleo de Estudos de População – NEPO/ Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009, p. 75-105.

MARCELINO, E. V., NUNES, L. H., KOBAYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. **Caminhos da Geografia (UFU)**, Uberlândia, v.7, n.17, p.72-84, 2006.

MITCHELL, J.K. Hazards research. In: GAILE, G. L., WILLMOTT, C. J. **Geography in America**. Columbus: Merrill, 1989. p. 410-24.

OLÍMPIO, João Luís Sampaio. **Análise multicritério do Risco de Desastres Naturais**: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil. 2017. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

REBELO, F. A. teoria do risco numa perspectiva geográfica. **Cadernos de Geografia**, n. 18. Coimbra, p. 03-13, 1999.

REBELO, F. Um novo olhar sobre os riscos? O exemplo das cheias rápidas (Flash Floods) em domínio mediterrâneo. **Territorium**, v. 15, p. 7-14, 2008.

ROMERO, G; MASKREY, A. Cómo entender los desastres naturales. In: MASKREY, A. (Comp.). **Los Desastres son Naturales**. La Red/ITDG, Colombia, p. 1-7, 1993.

SHIDAWARA. M. Flood hazard map distribution. **Urban Water**, v.1, p.125-129, 1999.

SOUZA, L. B; ZANELLA, M. E. **Percepções de Riscos Ambientais**: teorias e aplicações. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1997.

TUAN. Y. **Paisagens do medo**. Tradução de Livia de Oliveira. São Paulo: Ed. UNESP, 2005.

VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

WHITE, G. F. KATES, R. W. BURTON, I. Knowing bitter and losing even more: the use of know ledge in hazards monagemente. **Environmental Hazards**, v. 3, n. 3-4, set. dez., p. 81-92, 2001.