

## Desastre tecnológico: um mapeamento sistemático da literatura internacional

Patrícia Aparecida Ferreira\*; Caroline Mendonça Nogueira Paiva\*; Daniel Carvalho de Rezende\*\*; Alyce Cardoso Campos\*\*\*

\* Doutorado em Administração pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

\*\* Doutor em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

\*\*\* Doutoranda em Administração pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

\*Autor para correspondência e-mail: [alycecardosoc@yahoo.com.br](mailto:alycecardosoc@yahoo.com.br)

### Palavras-chave

Tipologia de desastres  
Ciclo de gestão de desastre  
Impactos de desastres  
Riscos de desastres  
Revisão de escopo

### Keywords

Disaster typologies  
Disaster management cycle  
Disaster impacts  
Disaster risks  
Scoping review

**Resumo:** O campo de estudos sobre desastres tecnológicos evoluiu nos últimos anos, principalmente, devido ao aumento de ocorrência dos eventos desencadeadores desse tipo de desastre, os quais estão relacionados à ação humana e, geralmente, são decorrentes das limitações do desenvolvimento econômico, industrial, tecnológico ou do processo de urbanização. Com o intuito de contribuir com a sistematização dos estudos, este artigo procurou mapear a produção científica sobre desastre tecnológico, a partir de um levantamento de todos os artigos publicados até março do ano de 2021, em periódicos indexados nas bases de dados SciELO, Scopus e Web of Science. Para isso, foi realizado um estudo bibliométrico e uma revisão de escopo, evidenciando a produção científica por bases de dados; a evolução da produção científica e destaques em autoria, periódicos e citações; a classificação dos desastres; os estágios dos desastres e os tipos de impactos. Além disso, foram realizados agrupamentos, a partir das palavras-chave mais encontradas nos trabalhos que compõem esse levantamento bibliográfico. Com base no agrupamento das principais temáticas, foram identificados quatro clusters, que podem ser considerados como linhas de pesquisa sobre o tema: riscos de desastres; questões socioeconômicas; ciclo de gestão de desastre e tomada de decisão; dimensão humana e psicológica. O mapeamento realizado identificou alguns dos principais contornos desse campo heterogêneo de estudos. Como sugestão de trabalhos futuros têm-se a identificação das principais correntes epistêmicas utilizadas nas pesquisas e a necessidade de incorporar um olhar intersetorial e longitudinal nos estudos de avaliação dos impactos nos territórios atingidos por desastres tecnológicos.

### Technological disaster: a systematic mapping of the international literature

**Abstract:** The research field on technological disasters has evolved in recent years, mainly due to the increased occurrence of events triggering this type of disaster, which are related to human action and, generally, are due to the limitations of several kinds, such as economic, industrial development, technological or urbanization process. In order to contribute to the systematization of studies, this article sought to map the scientific production on technological disaster, from a survey of all articles published until March of the year 2021, in journals indexed in the SciELO, Scopus and Web of Science databases. For this, a bibliometric study and a scope review were carried out, evidencing the scientific production by databases; the evolution of scientific production and highlights in authorship, journals and citations; classification of disasters; disaster stages and types of impacts. In addition, groupings were carried out, based on the keywords most found in the papers that were included in this bibliographic research. Based on the grouping of the main themes, four clusters were identified, which can be considered as lines of research on the theme: disaster risks; socioeconomic issues; disaster management and decision-making cycle; human and psychological dimension. The mapping carried out identified some of the main contours of this heterogeneous field of studies. As a suggestion for future work, there is the identification of the main epistemic currents used in the research and the need to incorporate an intersectoral and longitudinal perspective in studies evaluating the impacts in territories affected by technological disasters.

Recebido em: 14/08/2022

Aprovação final em: 18/12/2022



## Introdução

A sociedade contemporânea tem sido marcada por muitas alterações humanas, materiais e ambientais, e a ocorrência de desastres tem se caracterizado como uma das causas dessas mudanças (COUTINHO; LUCENA; HENRIQUE, 2020). Conseqüentemente, o campo de estudos sobre desastres tem evoluído nos últimos anos, principalmente, a partir da necessidade de se criar mecanismos de gerenciamento para auxiliar as comunidades a responder, de maneira efetiva, aos diversos efeitos causados por estes fenômenos/eventos, que podem ter causas naturais ou tecnológicas (FREUDENBURG, 1997).

As distinções entre desastres tecnológicos e naturais, segundo Ritchie e Gill (2007), podem ser consideradas de acordo com a interpretação dos fenômenos/eventos, as características dos tipos de danos e impactos causados, e pelas fases que permeiam a ocorrência de um desastre. Desta forma, os desastres naturais são eventos causados por alterações de ordem climática e meteorológica, natural ou biológica (BONATTI; DO CARMO, 2016). Já os tecnológicos devem ser compreendidos como um tipo de desastre que pode ser atribuído, em parte ou no todo, a uma intenção, negligência ou falha humana (ZHOURI *et al.*, 2016).

À medida que a tecnologia se desenvolve e se torna mais complexa, os desastres tecnológicos podem aumentar, pois há uma tendência da sociedade em negligenciar algumas limitações inerentes a esse desenvolvimento tecnológico, as quais podem ameaçar a viabilidade de um sistema social, econômico e ambiental ou até mesmo desencadear uma grande crise (MANION; EVAN, 2002). Onuma *et al.* (2017) afirmam que os desastres tecnológicos são uma das principais barreiras ao desenvolvimento sustentável.

Na visão de Shen e Hwang (2018), conforme a sociedade adota mais aparatos tecnológicos e se torna mais industrializada e urbanizada, as ocorrências e os impactos dos desastres tecnológicos tendem a ser mais frequentes e graves, ampliando, assim, o campo das pesquisas acadêmicas sobre o tema. Assim, diversas áreas do conhecimento, como as engenharias, ciências biológicas, ciências da saúde, ciências agrárias, ciências sociais, ciências humanas, entre outras, têm se dedicado a compreender as origens, as causas e as conseqüências desses fenômenos/eventos caracterizados como desastres.

Dentre os desafios enfrentados pelos estudiosos do tema, destaca a pluralidade de conceitos, caracterizações e tipologias (RODRIGUES *et al.*, 2015), o que denota uma interdisciplinaridade existente nesse campo científico, representada por meio de diversas pesquisas que procuram compreender tanto as origens e as causas dos fenômenos/eventos desencadeadores, como também as formas de prevenção, mitigação, preparação, resposta, recuperação e reconstrução de comunidades atingidas por desastres (PERRY, 2018; RODRÍGUEZ; DONNER; TRAINOR, 2018).

No Brasil, foi realizado um estudo bibliométrico e sistemático sobre o tema desastres, denominado de "Delineamento da produção científica sobre desastres no Brasil no início deste século" (RODRIGUES *et al.*, 2015), no qual os autores avaliaram a produção científica brasileira sobre desastres no início do século XXI (2000-2013), a partir do levantamento de três tipos de publicações: (i) teses e dissertações; (ii) artigos em periódicos brasileiros indexados na base SciELO; e (iii) artigos em periódicos indexados na base de dados *Web of Science* que tenha um ou mais pesquisadores brasileiros como autores.

Com intuito de ampliar essa discussão para além das publicações nacionais e contribuir com a sistematização dos estudos sobre os desastres relacionados à ação humana, este artigo tem como objetivo mapear a produção científica internacional sobre desastre tecnológico, a partir de um levantamento de todos os artigos publicados até março do ano



de 2021, em periódicos indexados nas bases de dados SciELO, Scopus e *Web of Science* (WOS). Para o alcance desse objetivo, foi realizado um estudo bibliométrico e uma revisão de escopo e dentre as variáveis identificadas destacam-se: a produção científica por bases de dados; a evolução da produção científica e destaques em autoria, periódicos e citações; a classificação dos desastres; os estágios dos desastres e os tipos de impactos. Além disso, foram realizados agrupamentos, a partir das palavras-chave mais encontradas nos trabalhos que compõem esse levantamento bibliográfico, com o propósito de demonstrar as principais temáticas apresentadas nos estudos sobre desastres tecnológicos.

### Referencial teórico

Nessa seção, serão abordados os conceitos e tipos de desastres apresentados na literatura e, mais especificamente, aspectos relacionados à gestão de desastres tecnológicos e seus impactos.

### Conceitos e tipos de desastres

O campo de estudos em desastres, a partir de uma perspectiva sociológica, surgiu a partir da tese de Samuel Henry Prince, em 1920, a qual investigou a explosão do navio francês *Mont-Blanc*, carregado com munição, o qual colidiu com o navio *SS Imo*, no porto da cidade de Halifax (Nova Escócia, Canadá), provocando uma explosão que atingiu o município (DONNER; DIAZ, 2018). O estudo de Prince “ofereceu o primeiro estudo formal e sistemático da resposta organizacional a desastres e, conseqüentemente, preparou o terreno para novos desenvolvimentos teóricos no campo” (DONNER; DIAZ, 2018, p. 291).

Outro marco nas pesquisas em desastres para as ciências sociais se deu com o estabelecimento do Centro de Pesquisa de Desastres (*Disaster Research Center*), na *Ohio State University*, no ano de 1963, que desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento das estruturas teóricas sobre o tema, uma vez que foi o responsável pela publicação de diversos trabalhos e sínteses sobre os desastres (DONNER; DIAZ, 2018; KARÁCSONYI; TAYLOR, 2021).

A partir destes estudos seminais, alguns trabalhos buscaram conceitualizar o termo desastre, salientando a importância de uma definição precisa e consensual para o termo, embora seja difícil conseguir um consenso de definição amplamente aceita devido à interdisciplinaridade que o envolve (MAYNER; ARBON, 2015). Alguns aspectos comuns destes conceitos são a imprevisibilidade de sua ocorrência, o desagrado de seus efeitos, e os danos ou a alteração da ordem social que produzem (VALERO; RENEDO; BELTRÁN, 2001).

Na perspectiva de Zhouri *et al.* (2016), os desastres podem ser caracterizados como acontecimentos coletivos trágicos, nos quais há perdas e danos súbitos e involuntários que desorganizam, de forma multidimensional e severa, os modos de vida de uma dada coletividade.

Mayner e Arbon (2015) fizeram uma busca em 52 glossários, na qual identificaram 128 diferentes definições para a palavra desastre, chamando a atenção para a necessidade de harmonizar as definições acerca do termo. A partir da análise de padrões estruturais e conceitos-chave presentes nestas 128 definições, os autores chegaram a um conceito que, segundo eles, está em concordância com a maioria dos cientistas e formuladores de políticas públicas. Desta forma, os autores propõem o conceito generalizado de desastre como sendo “a ruptura generalizada e os danos a uma comunidade que excedem sua capacidade de lidar com a situação e sobrecarregam seus recursos” (MAYNER; ARBON, 2015, p. 24).



Uma compreensão científica do desastre, segundo Lieber e Romano-Lieber (2005), implica em entendê-lo como fato ou acontecimento, onde fatores de riscos configuram um contexto próprio para um acaso perigoso. De acordo com Valero, Renedo e Beltrán (2001), um desastre seria a ocorrência de um evento ou situação traumática, que pode ser repentina ou prolongada no tempo, implica um alto nível de estresse para os indivíduos em uma sociedade, e causa danos ou perdas, de natureza populacional, material e/ou ambiental, bem como prejuízos na atividade cotidiana de uma área, tanto a nível comunitário como individual, pela ação de agentes naturais ou ação (ou omissão) humana.

Os pesquisadores tradicionalmente explicam que as origens de um desastre estão associadas às causas naturais ou ligadas à ação humana, definindo dois tipos de desastres: os naturais e os tecnológicos. Os desastres naturais são fenômenos/eventos resultantes de perigos naturais, os quais estão além do controle humano (SHALUF, 2007), e podem ocorrer abaixo (terremotos, vulcões, entre outros) ou acima (topográficos, meteorológicos, hidrológicos, biológicos) da superfície da Terra (NADERPOUR; KHAHZAD, 2018; SHALUF, 2007). No Brasil há uma Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), conforme exposto na Tabela 1, que caracteriza os desastres naturais em 5 grupos (BRASIL, 2012): (i) geológico; (ii) hidrológico; (iii) meteorológico; (iv) climatológico; (v) biológico.

De acordo Shaluf (2007), os desastres tecnológicos estão relacionados aos erros humanos, técnicos e operacionais. Conforme exposto na Tabela 1, a COBRADE caracteriza os desastres tecnológicos em cinco grupos (Brasil, 2012): (i) Desastres relacionados a substâncias radioativas; (ii) Desastres relacionados a produtos perigosos; (iii) Desastres relacionados a incêndios urbanos; (iv) Desastres relacionados a obras civis; e (v) Desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas.

**Tabela 1** – Classificação Brasileira de Desastres Naturais e Tecnológicos.

Desastres Naturais	Desastres Tecnológico
Grupo 1–Geológico (terremoto, emanção vulcânica, movimento de massa e erosão)	Grupo 1–Substâncias Radioativas (contaminação por substâncias e equipamentos radioativos)
Grupo 2–Hidrológico (Inundações, enxurradas e alagamentos)	Grupo 2–Produtos Perigosos (liberação de produtos químicos na atmosfera, contaminação da água, conflitos bélicos, transporte de produtos perigosos)
Grupo 3–Meteorológico (sistemas de grande escala, tempestades, temperaturas extremas)	Grupo 3 – Incêndios Urbanos (industriais ou residências)
Grupo 4–Climatológico (seca)	Grupo 4 – Obras Civis (colapso de edificações; rompimento/colapso de barragens)
Grupo 5–Biológico (epidemias, infestações/pragas)	Grupo 5-Transporte de Passageiros e Cargas Não Perigosas (rodoviário, ferroviário, aéreo, marítimo e aquaviário)

Fonte: Adaptado de COBRADE (2012).

Há também a ocorrência de desastres híbridos (NADERPOUR; KHAHZAD, 2018; SHALUF, 2007), que são denominados pela literatura como “natech”, ou seja, processos caracterizados por uma combinação de riscos naturais e tecnológicos (SLACK *et al.*, 2020). Nestes casos, os riscos naturais, tais como terremotos, vulcões, tempestades, inundações, dentre outros, causam desastres tecnológicos subsequentes, resultando em poluição ambiental, perdas econômicas, ferimentos e mortes humanas (NADERPOUR; KHAHZAD, 2018; SLA-



CK et al., 2020).

Caracterizados os tipos de desastres, torna-se relevante apresentar os estágios, a gestão e os impactos dos desastres tecnológicos, que consistem no principal termo de busca do levantamento bibliográfico realizado neste estudo.

### **Desastres tecnológicos: estágios, gestão e impactos**

Para definir os desastres tecnológicos, Flagg (2017) propõe uma distinção entre os tipos de desastres. Para esta autora, os desastres naturais geralmente são representados por um fato consensual, ligado à natureza, no qual os afetados por estes eventos/fenômenos procuram não fazer questionamentos; além disso, têm começos e fins claros e os relacionamentos entre os atingidos tendem a permanecer os mesmos ou até se tornarem melhores no pós-desastre.

Em contraste com os tipos de eventos/fenômenos descritos acima, os desastres tecnológicos, por serem causados por ações humanas, nunca “terminam” claramente, e os relacionamentos entre os atingidos tendem a se deteriorar, devido à desconfiança, estresse e ambiguidade na identificação das causas e dificuldades de responsabilização dos atores pelos impactos e danos causados. Conforme aponta Flagg (2017), os desastres tecnológicos são potencializadores de conflitos, marcados pelo sentimento de descrença em relação às instituições<sup>1</sup>, que pode ser observado por meio de indicadores como: desconfiança nas intuições, estresse, preocupação e busca de meios judiciais para responsabilizar as instituições causadoras dos danos e impactos.

Com relação aos desastres tecnológicos, Lieber e Romano Lieber (2005) destacam que estes geralmente interrogam a sociedade em seus meios e propósitos, tanto por aquilo que (não) se fez antes (a prevenção e a precaução), como também pelas ações que (não) se realizaram durante (a gestão da crise) ou depois (as transformações necessárias).

Neste sentido, torna-se relevante compreender os estágios que envolvem os desastres tecnológicos, que segundo Shaluf (2007; 2008), podem ser caracterizados por três períodos: antes, durante e após. O estágio que antecede a ocorrência de um desastre tecnológico pode ser compreendido como uma fase de pré-condição ou incubação, onde os erros humanos acumulados e não corrigidos (ato inseguro, violação de regras e procedimentos, entre outros) podem resultar em um estágio iminente de desastre. Já o estágio de desastre compreende a ocorrência dos fenômenos/eventos desencadeadores, os quais irão resultar em danos e impactos para os territórios atingidos. O estágio pós-desastre constitui-se na fase que procura recuperar, reabilitar e restaurar o território atingido.

A compreensão dos desastres tecnológicos, a partir dos três estágios, permite que pesquisadores e gestores de desastres possam alcançar melhores resultados nos estudos de planejamento, prevenção e minimização das consequências de um desastre. Embora essa divisão em estágios seja didática, Shaluf (2008) destaca que esses não devem ser compreendidos como fases exclusivas e estanques, pois pode ocorrer a sobreposição dos estágios. Neste sentido, o autor propõe o conceito de ciclo de gestão desastre tecnológico (Figura 1), que compreende um processo mais aberto e integrado, composto por quatro fases inter-relacionadas, e que se inicia e se encerra na fase de mitigação.

De acordo com esse autor, a mitigação inclui todas as atividades que evitam uma emergência, reduzem as chances de um acontecimento ou diminuem os efeitos prejudiciais de emergências inevitáveis. Compreende a elaboração de procedimentos de controle dos perigos, a manutenção de um sistema de monitoramento de riscos e a adoção de práticas de fiscalização efetivas.

A fase da preparação corresponde ao planejamento das atividades de respostas, caso ocorra um desastre, crise ou qualquer outro tipo de emergência. Representa um estado de prontidão, que deve ser construído por meio de ações de planejamento, comunicação,

<sup>1</sup>A autora utiliza o termo *Recreancy*, que foi traduzido como descrença em relação às instituições.



treinamento e exercícios que sejam capazes de garantir que os possíveis envolvidos com um desastre tecnológico estejam preparados para reagir aos perigos que ameaçam os sistemas social, econômico ou ambiental.

A resposta compreende as ações que são realizadas durante ou imediatamente após o desastre, cujos objetivos consistem em minimizar os danos e iniciar a recuperação do incidente. Já a recuperação é composta por atividades que visam a restauração dos padrões anteriores dos sistemas atingidos, de modo que, a longo prazo, possam retornar às condições normais (ou até melhores) após a ocorrência do desastre.

**Figura 1** – Ciclo de Gestão de Desastre Tecnológico.



Fonte: Adaptado de Shaluf (2008).

De acordo com Freudenburg (1997), os desastres tecnológicos, geralmente, criam uma situação muito mais severa e com padrões mais duradouros de impactos sociais, econômicos, culturais e psicológicos do que aqueles desastres oriundos dos riscos naturais. Na percepção de Gill e Ritchie (2020), os efeitos de um desastre tecnológico tendem a ser cumulativos e podem representar combinados de uma ou mais atividades da sociedade, da economia e do meio ambiente.

De acordo com Freitas *et al.* (2016), os desastres tecnológicos vêm crescendo no Brasil e no mundo mais rapidamente do que as capacidades de redução da vulnerabilidade, resultando em intensos e extensos impactos. Esses impactos incluem a contaminação e alterações ambientais nas áreas (impactos sobre a biodiversidade e alterações dos ciclos de vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças) e rios atingidos, bem como também a alteração abrupta da organização social e dos modos de viver e trabalhar historicamente constituídos em territórios, com efeitos sobre a saúde. Para além dos números de “afetados” tradicionalmente definidos pelas defesas civis (desalojados, desabrigados, mortos, feridos e doentes), nos casos de desastres tecnológicos deve-se considerar todos os que tiveram suas condições de vida e trabalho atingidas nos diferentes territórios.

Os impactos ocasionados por um desastre tecnológico, conforme descreve Gonçalves (2010), podem ser materiais (como perda de infraestrutura, perda de bens, interrupção de serviços básicos) ou imateriais (como perda de vidas, desestruturação social das comunidades afetadas, alterações orgânicas e emocionais das pessoas afetadas).



Além disso, Freitas et al. (2016) destacam que os impactos gerados por um desastre tecnológico podem ser avaliados no território atingido, a partir de duas escalas: (i) a microrregional, que abrange a área mais próxima ao evento do desastre e sofre com os impactos de maior efeito destrutivo; e a (ii) macrorregional, que abrange uma área mais distante ao evento do desastre.

Na visão de autores como Silva e Freitas (2020), Slack et al. (2020), Gill e Ritchie (2020), Flagg (2017), Freitas et al. (2016) e Ritchie e Gill (2007), um desastre tecnológico desencadeia os tipos de impactos, conforme listados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Tipos de Impactos desencadeados por desastres tecnológicos.**

<b>Ambientais</b>	<b>Podem comprometer o solo, a cobertura vegetal e rios;</b>
Saúde da população	Consistem nos danos sobre direitos à vida e à saúde da população exposta ao desastre, bem como a perda de parentes e pessoas próximas. Esse tipo de impacto pode ser desencadeado por fatores como: comprometimento dos serviços de provisão de alimentos e água potável; alteração nos ciclos de vetores e de hospedeiros de doenças; outras doenças que podem surgir após o desastre. Ainda segundo os autores podem: (i) aumentar o número de animais peçonhentos, que tiveram seus <i>habitats</i> completamente alterados ou destruídos; (ii) doenças respiratórias e contaminação; e (iii) impactos psicossociais e na saúde mental, resultantes do comprometimento das heranças culturais e da perda da sensação de lugar, traumas, estresse, bem como a sensação de insegurança e medo da violência para os que foram deslocados para abrigos ou casas temporárias.
Econômicos	No setor privado pode ocorrer a interrupção de atividades econômicas formais e informais e perdas na produtividade das propriedades rurais. Representam também os impactos nas condições cotidianas de vida e trabalho da população atingida, que comprometem as fontes locais de geração de renda e as condições materiais e imateriais de sobrevivência.
Socioculturais	Representam os danos imateriais, como a perda de padrões de organização social, identidade coletiva, vínculos de vizinhança e comunitários, conexões e redes sociais enfraquecidas e transformações nas diversas práticas culturais que configuram os modos de vida dos atingidos.
Políticas Públicas	No setor público, os danos representam os prejuízos na arrecadação fiscal devido à paralisação de atividades econômicas e problemas nos serviços públicos essenciais, como a geração e distribuição de energia, o tratamento de esgotos, a saúde pública, a limpeza urbana e a destinação dos resíduos, o transporte e a educação, entre outros.

**Fonte:** Adaptado de Silva e Freitas (2020), Slack et al. (2020), Gill e Ritchie (2020), Flagg (2017), Freitas et al. (2016) e Ritchie e Gill (2007).

Apresentados alguns dos elementos chave para compreender o campo de estudos sobre desastres tecnológicos, a próxima seção apresenta as escolhas metodológicas utilizadas nesse trabalho para realizar o levantamento bibliográfico e o mapeamento dos principais achados.

### **Metodologia de pesquisa**

Visando mapear a produção científica internacional sobre os desastres tecnológicos, escolheu-se como método a realização de um estudo bibliométrico, complementado por uma revisão de escopo relativa aos impactos, aos tipos de desastre e ao período (pré e pós-desastre). Estudos bibliométricos visam organizar e avaliar a literatura existente, utilizando-se



de diversos métodos matemáticos e estatísticos (PINTO; SERRA; FERREIRA, 2014). Desta forma, a execução deste estudo se deu em três etapas: 1) Definição de critérios de busca e seleção; 2) Elaboração das redes e clusters; 3) Análise de Escopo (Leitura, análise e classificação dos títulos e resumos). Estas etapas serão descritas a seguir.

### Etapa 1: Critérios de busca e seleção

O procedimento de busca e seleção ocorreu em março de 2021, sendo realizado nos bancos de dados internacionais, Scopus e *Web of Science*, e na nacional SciELO, dado que são repositórios de grande abrangência de documentos. A busca consistiu nas palavras-chave em inglês e português "*technological disaster*" ou "desastre" tecnológico". Nas bases de dados internacionais, utilizou-se a pesquisa por tópicos, que engloba o título, resumo e palavras-chave, e na nacional, pelo resumo, para se ter uma garantia de que os artigos sejam focados no tema desastre tecnológico. Operadores booleanos, bem como outros tipos de operadores, foram utilizados para refinar a pesquisa.

Quanto aos critérios de seleção, foram aplicados os seguintes procedimentos, conforme demonstrados na Tabela 3: (i) foram selecionados apenas artigos, visando padronizar o tipo de documento; (ii) foram definidas as áreas de interesse; e (iii) foram identificados 68 artigos duplicados nas bases.

### Etapa 2: Elaboração das redes e clusters

A fim de identificar as redes e *clusters* de palavras-chave, utilizou-se o programa *VOSViewer* para criar mapas baseados nos dados bibliográficos. Utilizaram-se, para tanto, os arquivos extraídos das buscas realizadas nas bases *Web of Science* e Scopus. A base da *SciELO* não foi incluída nesta análise pois foram identificados somente 13 artigos, sendo insuficientes para proceder a análise.

**Tabela 3** – Critérios de busca e filtros aplicados nas bases.

	Web of Science	Scopus	SciELO
Palavras-chave	" <i>technological disaster</i> " ou "desastre" tecnológico"	" <i>technological disaster</i> " ou "desastre" tecnológico"	ou " <i>technological disaster</i> " ou "desastre" tecnológico"
Tipo de documento	Artigo	Artigo	Artigo
Áreas	<i>Environmental Studies, Public Environmental Occupational Health, Sociology, Social Sciences Interdisciplinary, Environmental Sciences, Regional Urban Planning, Management, Development Studies, Economics, Multidisciplinary Sciences, Business</i>	<i>Business, Social Sciences, Environmental Science, Business, management and accounting, Economics, econometrics and finance</i>	Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas, Multidisciplinar
Quantidade de documentos encontrados	133	177	13

**Fonte:** Elaborado pelos autores, com base nos resultados de pesquisa das bases *Web of Science*, Scopus e SciELO.

A análise pela co-ocorrência de palavras-chave considerou como unidade de análise todas as palavras-chave (definidas pelos autores e indexadas nas bases) e utilizou-se o método completo de contagem. Também foi feita a consolidação de palavras com diferentes grafias, como singular/plural, uso de hífen e abreviações. Após estas etapas de filtragem, o sistema identificou 980 palavras-chave na base do Scopus e 662 palavras-chave na base do *Web of Science*. Para a composição da rede, optou-se por utilizar somente as palavras-chave que tiveram 5 ou mais repetições. Considerou-se para a análise, a rede de *clusters*





formada e o mapa de visualização por ano. A fim de melhorar a imagem gráfica, optou-se pela visualização de 230 linhas nos mapas.

### Etapa 3: Revisão de escopo (Leitura, análise e classificação dos títulos e resumos)

Nesta etapa, procedeu-se a leitura do título e resumo dos artigos de todas as bases, classificando-os quanto ao tipo de desastre (segundo a classificação COBRADE, 2012); período (pré ou pós-desastre); se o texto se tratava de desastre natural, tecnológico ou natech e quais os impactos do desastre. Como o foco deste estudo está em desastres tecnológicos, foram excluídos artigos que tratavam exclusivamente de desastres naturais. Também foram excluídos estudos teóricos ou bibliométricos e artigos que tratavam dos impactos dos desastres nas bolsas de valores. Assim, inicialmente, foram encontrados 323 artigos e, após este refinamento, a amostra final consistiu em 233 artigos. Destes 233 artigos, em 161 foi possível a identificação dos tipos de desastre. A importação e análise dos dados foi realizada com o apoio dos *softwares Microsoft Excel e Endnote*.

### Resultados e discussão

Nessa seção, serão apresentados e discutidos os resultados da pesquisa, organizados segundo os diferentes tópicos de pesquisa mencionados na seção 3.

#### Caracterização do corpus de pesquisa e classificações quanto ao tipo de desastre

Tendo como base os 233 artigos obtidos após a aplicação dos filtros, foram identificados 44 artigos que abordam situações pré-desastre (mitigação, prevenção) e 190 artigos que abordam situações pós-desastre (resposta, recuperação, mitigação<sup>2</sup>).

Com relação ao tipo de desastre, foram identificados 41 artigos que tratam de desastres do tipo Natech, 37 que tratam de temáticas comuns a desastres tecnológicos e naturais (mas não abordam um evento que combine os dois tipos) e uma maioria, 156 artigos, que abordam exclusivamente desastres tecnológicos.

No que se refere à classificação do Cobrade (2012), em termos de grupo (Tabela 4) a predominância é de estudos generalistas (que não focam em um tipo de desastre específico), seguindo-se por desastres relacionados a produtos perigosos (com predominância de vazamento de óleo), eventos decorrentes de fenômenos meteorológicos extremos e substâncias radioativas.

**Tabela 4** – Classificação dos artigos em relação ao grupo do Cobrade.

Grupo COBRADE		
Natural	Geológico	4
Natural	Climatológico	6
Natural	Meteorológico	19
Tecnológico	Desastres Relacionados a Substâncias radioativas	16
Tecnológico	Desastres Relacionados a Produtos Perigosos	77
Tecnológico	Desastres Relacionados a Incêndios Urbanos	3
Tecnológico	Desastres relacionados a obras civis	7
Tecnológico	Desastres relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas	8
Tecnológico	Terrorismo	4
	Generalista	89

Fonte: Elaborado pelos autores.

<sup>2</sup> Conforme apontado por Shaluf (2008), o gerenciamento de desastres tecnológicos é um ciclo, o qual inicia-se e encerra-se com a fase da mitigação, desta forma, pode ser considerada como pré e pós-desastre.



Numa análise mais detalhada pelos subgrupos do Cobrade (Tabela 5), nos estudos com eventos especificados, a predominância é de contaminação de água, seguida por desastres em plantas e distritos industriais e em sistemas de grande escala.

**Tabela 5 – Classificação dos artigos em relação ao subgrupo do Cobrade.**

Subgrupo COBRADE		
Natural	Terremoto	4
Natural	Sistemas de Grande Escala/Escala Regional	14
Natural	Tempestades	3
Natural	Temperaturas Extremas	2
Natural	Seca	6
Tecnológico	Desastres com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas nucleares	13
Tecnológico	Desastres em plantas e distritos industriais, parques e armazenamentos com extravasamento de produtos perigosos	25
	Desastres relacionados à contaminação da água	49
Tecnológico	Desastres Relacionados a Conflitos Bélicos	1
Tecnológico	Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos	1
Tecnológico	Incêndios urbanos	3
Tecnológico	Rompimento/colapso de barragens	7
Tecnológico	Transporte ferroviário	4
Tecnológico	Transporte aéreo	2
Tecnológico	Transporte aquaviário	1
Tecnológico	Terrorismo	3
	Não identificado	95

Fonte: Elaboração dos autores.

No caso da classificação com relação ao tipo de desastre (Tabela 6), o destaque absoluto é para o derramamento de produtos químicos em vários tipos de ambientes aquíferos.

**Tabela 6 – Classificação dos artigos em relação ao tipo (classificação do Cobrade).**

Subgrupo COBRADE		
Natural	Tremor de terra	1
Natural	Tsunami	3
Natural	Ciclone	14
Natural	Tempestade Local/Convectiva	3
Natural	Onda de Calor	1
Natural	Onda de Frio	1
Natural	Seca	1
Natural	Incêndio Florestal	5
Tecnológico	Fontes radioativas em processos de produção	12
Tecnológico	Liberação de produtos químicos para a atmosfera causada por explosão ou incêndio	11
Tecnológico	Liberação de produtos químicos nos sistemas de água potável	4
Tecnológico	Derramamento de produtos químicos em ambiente lacustre, fluvial, marinho e aquíferos	45
Tecnológico	Transporte rodoviário	1
Tecnológico	Incêndios em plantas e distritos industriais, parques e depósitos.	1
	Não identificado	125

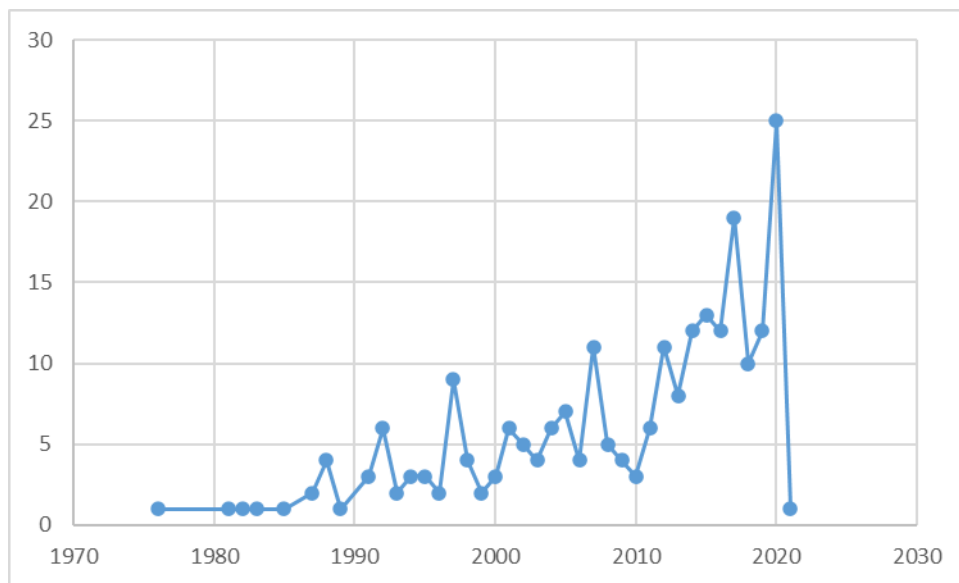
Fonte: Elaboração dos autores.



### Evolução da produção científica e destaques em autoria, periódicos e citações

A evolução dos artigos ao longo dos anos mostra um crescimento notável na última década, com o ano de 2020 tendo mais do que 4 vezes mais artigos publicados do que o ano de 2010. Esse interesse na temática reflete provavelmente o aumento do número de desastres tecnológicos, com consequências graves em diversas partes do planeta. Essa evolução está representada na Figura 2.

**Figura 2** – Evolução das publicações por ano.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 7, nota-se que os dois periódicos com maior número de publicações estão diretamente relacionados a desastres: *Disaster prevention and management* possui 13 artigos publicados de 2003 a 2019, enquanto *Natural hazards* apresenta 8 artigos no mesmo período.

No que se refere aos autores com mais publicações sobre a temática (Tabela 8), verifica-se a presença de vários autores de destaque com mais de quatro publicações nos últimos anos, com predominância de autores baseados em universidades americanas. A *Louisiana State University* se destaca com três autores, evidenciando-se como uma instituição relevante. Os três pesquisadores são sociólogos e participaram do *Consortium for Resilient Gulf Communities*, que avalia os impactos do desastre de vazamento de óleo da *Deepwater*, ocorrido em 2010, sobre as comunidades do Golfo do México.

O autor com mais publicações (Tabela 8), Duane A. Gill, é sociólogo e diretor do Centro de Estudos de Desastres e Eventos Extremos na *Oklahoma State University*. Ele participou de estudos sobre o vazamento de óleo da Exxon Valdez, em 1989, sobre o vazamento de óleo da *Deepwater Horizon*, em 2010, e sobre o Furacão Katrina.

Para proceder a análise da instituição de origem, na base da *Web of Science*, foram encontrados trabalhos provenientes de 182 organizações, das quais 8 resultaram em pelo menos 5 trabalhos publicados, com destaque para a *Louisiana State University*, com 11 trabalhos ao todo (Tabela 9). Já na base *Scopus*, foram encontrados trabalhos de 306 organizações, das quais 11 publicaram pelo menos 2 trabalhos, com destaque para a *University of South Alabama*, com 4 trabalhos publicados.



**Tabela 7 – Periódicos com maior número de artigos publicados na temática “Desastres tecnológicos”.**

Periódico	Título do artigo
Disaster Prevention and Management (ISSN: 0965-3562)	<i>The fluidity of risk: Variable vulnerabilities and uncertainties of behavioural response to natural and technological hazards</i> (LEWIS, 2019)
	<i>Public attitudes toward technological hazards after a technological disaster: Effects of the 2015 Tianjin Port explosion, Tianjin, China</i> (LIU; WANG, 2019)
	<i>International law applicable to urban conflict and disaster</i> (MCDERMOTT <i>et al.</i> , 2017)
	<i>Resilience after the Deepwater Horizon oil spill</i> (BUCKINGHAM-HOWES <i>et al.</i> , 2017)
	<i>“Bouncing back” after the Deepwater Horizon oil spill</i> (GRATTAN <i>et al.</i> , 2017)
	<i>Technological disaster stages and management</i> (SHALUF, 2008)
	<i>An overview on the technological disasters</i> (SHALUF, 2007)
	<i>Disaster types</i> (SHALUF, 2007)
	<i>Technological disaster prevention- The case of Malaysia</i> (SHALUF; AHAMADUN, 2006)
	<i>Technological emergencies expert system (TEES)</i> (SHALUF; AHAMADUN, 2006)
	<i>Predicting technological disasters: Mission impossible?</i> (CHAPMAN, 2005)
<i>Technological disaster’s criteria and models</i> (SHALUF; AHAMADUN; MUSTAPHA, 2006)	
<i>Terrorism and 11 September 2001: Does the “behavioral response to disaster” model fit?</i> (FISCHER, 2002)	
Natural Hazards (ISSN: 1573-0840)	<i>Natech or natural? An analysis of hazard perceptions, institutional trust, and future storm worry following Hurricane Harvey</i> (SLACK <i>et al.</i> , 2020)
	<i>Living with chronic contamination: a comparative analysis of divergent psychosocial impacts</i> (MESSER; ADAMS; SHRIVER, 2019)
	<i>“Events and failures are our only means for making policy changes”: learning in disaster and emergency management policies in Manitoba, Canada</i> (HAQUE; CHOUDHURY; SIKDER, 2019)
	<i>Prioritization of hazard profile for Istanbul using Analytical Hierarchy Process</i> (ÖZEYRANLI ERGENÇ; BARIŞ, 2018)
	<i>Reduction of future disaster damages by learning from disaster experiences</i> (ONUMA; SHIN; MANAGI, 2017)
	<i>The Exxon and BP oil spills: A comparison of psychosocial impacts</i> (GILL <i>et al.</i> , 2014)
	<i>Flood hazard in Hunan province of China: An economic loss analysis</i> (HUANG <i>et al.</i> , 2018)
<i>Hazards risk assessment methodology for emergency managers: A standardized framework for application</i> (FERRIER; HAQUE, 2003)	

Fonte: Elaboração dos autores.



**Tabela 8** – Autores com maior número de artigos publicados na temática “Desastres tecnológicos”.

Autor	Nº de artigos	Anos	Instituição
Duane A. Gill	10	1992, 1998, 2004, 2007 (2), 2012, 2013, 2014, 2018, 2020	Oklahoma State University, Stillwater, OK, USA
J. Steven Picou	9	1992, 1998, 2004 (2), 2009, 2012 (2), 2014, 2015	University of South Alabama, Mobile, AL, USA
Tim Slack	8	2013, 2016, 2017, 2018 (2), 2020 (3)	Louisiana State University, Baton Rouge, LA, EUA
Liesel A. Ritchie	7	2007, 2012 (2), 2013, 2014, 2018, 2019	University of Colorado, Boulder, CO, USA
I b r a h i m Mohamed Shaluf	6	2003, 2006 (2), 2007 (2), 2008,	Faculty of Engineering – Sbrata, University of 7th April, Al-Zawia, Libya
Michael R. Cope	4	2013, 2016, 2017, 2018	Louisiana State University, Baton Rouge, LA, EUA
Matthew R. Lee	4	2012, 2013, 2016, 2020	Louisiana State University, Baton Rouge, LA, EUA

Fonte: Elaboração dos autores.

**Tabela 9** – Instituição de origem dos trabalhos – Base WOS.

Instituição	Documentos	Citações
Louisiana State University	11	210
Oklahoma State University	5	159
Tulane University	5	96
University of Colorado	5	261
University of Florida	5	122
University of Maryland	5	117
University of New Orleans	6	144
University Alabama	5	364

Fonte: Elaborado pelos autores.

Entre os dez artigos mais citados (Tabela 10), dois deles lidam com a prevenção de desastres, enquanto os outros oito analisam as consequências de desastres em termos de saúde mental (estresse, problemas psicológicos), respostas das comunidades atingidas e impactos sociais, e gerenciamento de crises.

Foi possível observar também que alguns fenômenos/eventos causadores de desastres tecnológicos apareceram em várias publicações ao longo do tempo, como por exemplo, o derramamento de óleo do navio petroleiro da Exxon Valdez no Alasca em 1989 (publicações nos anos de 1992, 1993, 1995, 2012, 2013, 2014) e o acidente nuclear de Chernobil na Ucrânia Soviética em 1986 (publicações nos anos de 1996, 2004, 2016, 2020). Dentre os possíveis fatores que explicam essa longevidade de alguns casos de desastres tecnológicos nas pesquisas destacam-se a extensa e diversificada tipologia de impactos oriundos desses fenômenos/eventos, que são prolongados ao longo do tempo. Fica evidente também a necessidade de se realizar um acompanhamento de longo prazo nos territórios atingidos, para identificar se eles alcançaram ou não o estágio de recuperação proposto pelo ciclo de gestão de desastres tecnológicos.



**Tabela 10** – Artigos sobre a temática “Desastres tecnológicos” com maior número de citações.

Título	Ano	Autores	Periódico	Citações Scopus	Citações WOS
Preparedness for emergency response: Guidelines for the emergency planning process	2003	Perry, R.W., Lindell, M.K.	Disasters (ISSN: 1467-7717)	362	278
Contamination, corrosion and the social order: An overview	1997	Freudenburg, W.R.	Current Sociology (ISSN: 1461-7064)	171	-
Disaster, litigation, and the corrosive community	2004	Picou, J.S., Marshall, B.K., Gill, D.A.	Social Forces (ISSN: 1534-7605)	167	129
Coping with Victimization by Technological Disaster	1983	Baum, A., Fleming, R., Singer, J.E.	Journal of Social Issues (ISSN: 1540-4560)	151	-
Decision support for improvisation in response to extreme events: Learning from the response to the 2001 World Trade Center attack	2007	Mendonça, D.	Decision Support Systems (ISSN: 0167-9236)	137	-
The Exxon Valdez and BP oil spills: A comparison of initial social and psychological impacts	2012	Gill, D.A., Picou, J.S., Ritchie, L.A.	American Behavioral Scientist (ISSN: 1552-3381)	136	111
Crises and crisis management: Toward comprehensive government decision making	1997	Rosenthal, U., Kouzmin, A.	Journal of Public Administration Research and Theory (ISSN: 1477-9803)	125	-
Population composition, migration and inequality: The influence of demographic changes on disaster risk and vulnerability	2008	Donner, W., Rodríguez, H.	Social Forces (ISSN: 1534-7605)	122	110
Evacuation from a nuclear technological disaster (Three Mile Island).	1981	Zeigler, D.J., Brunn, S.D., Johnson Jr, J.H.	Geographical Review (ISSN: 1931-0846)	97	-
Technological disaster and chronic community stress	1998	Gill, D.A., Picou, J.S.	Society and Natural Resources (ISSN: 1521-0723)	96	85

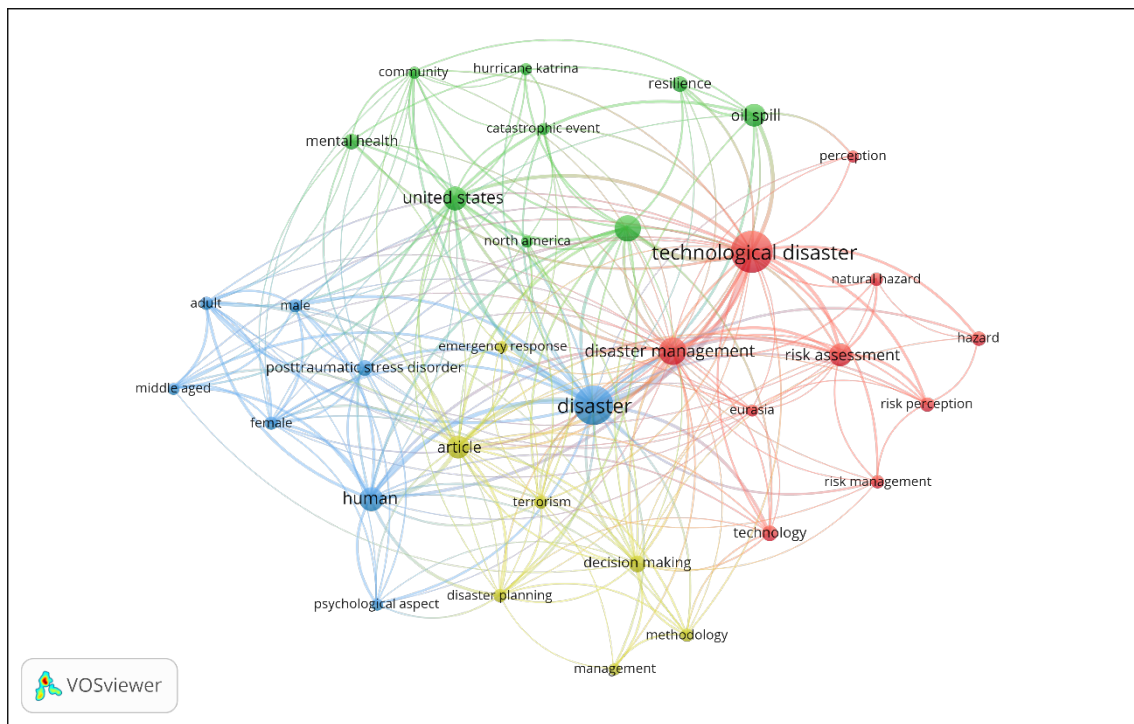
Fonte: Elaboração dos autores.

### Classificação dos artigos quanto às temáticas (palavras-chave)

O mapa de palavras-chave da base Scopus (Figura 3) apresenta grupos claros de temas de estudos.



Figura 3 – Representação visual da rede de palavras-chave dos artigos da base Scopus.



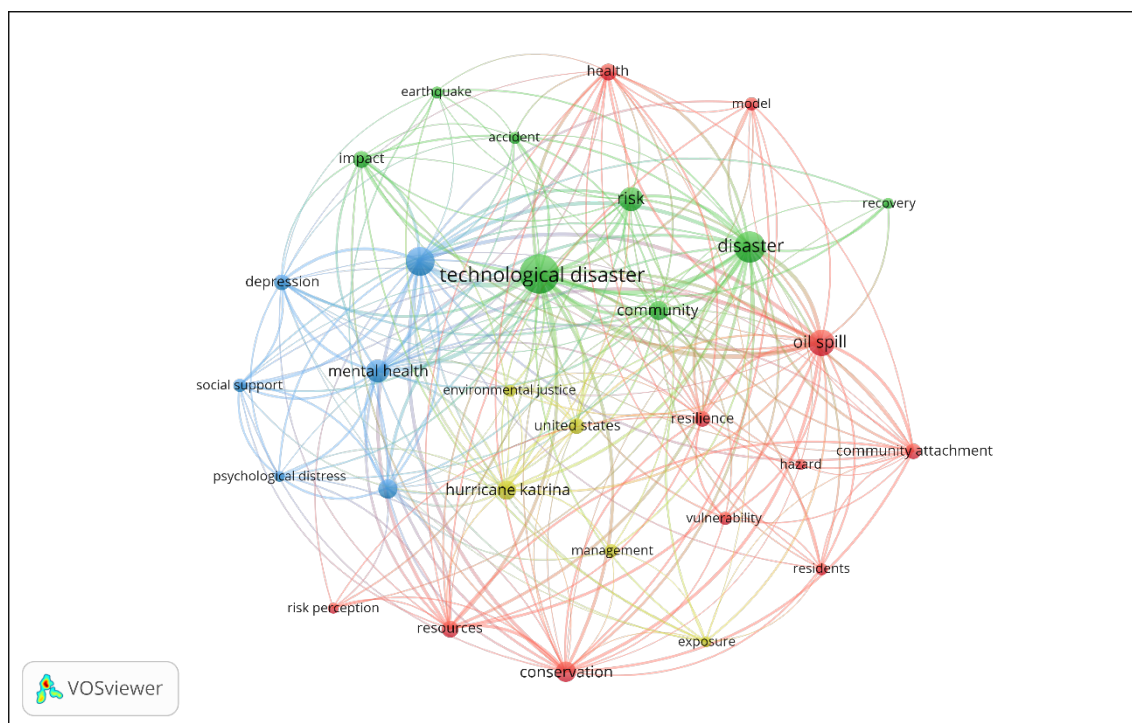
Fonte: Elaborado pelos autores no software VOSViewer (2021).

Um primeiro grupo de estudos (representado em vermelho no mapa) consiste de pesquisas sobre riscos de desastres, com palavras-chave do tipo *risk assessment*, *risk perception* e *risk management*. Num segundo grupo, (representado de verde) questões sociais e econômicas predominam, com destaque para as palavras-chave *community*, *resilience* e *mental health*. Um terceiro grupo (de cor amarela) tem como foco o ciclo de gestão de desastres e tomada de decisão, com evidência para as palavras-chave *disaster planning*, *decision making* e *management*. Finalmente, num quarto grupo temático (de azul) preponderam pesquisas sobre a dimensão humana e psicológica, focando em estresse e respostas de grupos sociodemográficos relacionados a sexo, idade e outras variáveis.

No mapa de palavras-chave gerado com os dados da *Web of Science* (Figura 4), os grupos acima também podem ser identificados, embora algumas mudanças sejam evidentes. As diversas palavras-chave ligadas a risco, por exemplo, se encontram mais dispersas neste mapa, do que no mapa gerado com os dados da Scopus.



**Figura 4** – Representação visual da rede de palavras-chave dos artigos da base *Web of Science*.



Fonte: Elaborado pelos autores no software VOSviewer (2021).

A Tabela 11 apresenta um resumo das principais palavras-chave para cada base de dados (palavras-chave com cinco ou mais repetições nas bases de dados).

**Tabela 11** – Composição dos Clusters para cada base de dados.

	<b>Scopus (34 palavras-chave)</b>	<b>Web of Science (30 palavras-chave)</b>
<b>Cluster 1: Riscos de desastres</b>	Disaster management; Eurasia; Hazard; Natural Hazard; Perception; Risk Assessment; Risk Management; Risk perception; Technological disaster; Technology.	Community attachment; Conservation; Hazard; Health; Model; Oil Spill; Residents; Resilience; Resources; Risk perception; Vulnerability.
<b>Cluster 2: Questões socioeconômicas</b>	Catastrophic event; Community; Hurricane Katrina; Mental Health; Natural Disaster; North America; Oil Spill; Resilience; United States.	Accident; Community; Disaster; Earthquake; Impact; Recovery; Risk; Technological disaster
<b>Cluster 3: Ciclo de gestão de desastre e tomada de decisão</b>	Article; Decision Making; Disaster planning; Emergence response; Management; Methodology; Terrorism.	Environmental justice; Exposure; Hurricane katrina; Management; United States
<b>Cluster 4: Dimensão humana e psicológica</b>	Adult; Disaster; Female; Human; Male; Middle aged; Posttraumatic stress disorder; Psychological aspect.	Depression; Mental health; Natural disaster; Posttraumatic stress disorder; Psychological distress; Social support.

Fonte: Elaborado pelos autores.







e não se caracterizam nem como artigos de prevenção (pré-desastre) e nem como artigos que avaliam impactos (recuperação e mitigação). Destacam-se nesse sentido artigos de ações de resgate, avaliação de danos, evacuação e gestão imediata de crises.

No que se refere aos artigos que abordam impactos (fases de reparação e mitigação), foram encontrados seis tipos de impactos principais. O primeiro conjunto de estudos se refere prioritariamente ou exclusivamente a impactos ambientais. Esse conjunto engloba cinco artigos.

O segundo conjunto de estudos, composto por nove artigos, enfatiza a dimensão econômica dos impactos. Keating *et al.* (2020), por exemplo, realizaram grupos de foco em comunidades atingidas (quase 10 anos após o acidente), e identificaram que os impactos econômicos nas famílias tiveram grande influência da posição social e estrutura comunitária de apoio.

O terceiro grupo de artigos, por sua vez, engloba 29 artigos que destacam questões de gestão e políticas públicas para lidar com os desastres nas fases de recuperação ou mitigação de efeitos de desastres. Num estudo na Coreia do Sul, Won *et al.* (2015) defendem políticas públicas de prevenção e mitigação com visão holística e que combinem ações de ordem técnica/engenharia e de ordem social e cultural.

O conjunto com maior número de estudos (40) é o que aborda os efeitos psicológicos dos desastres tecnológicos na população atingida e/ou em equipes responsáveis por resgates. Nessa linha de pesquisas, De Soir *et al.* (2015) identificaram diferenças no impacto de médio prazo (14 meses após o desastre) na saúde mental da população, com influência determinante do grau em que os indivíduos tiveram envolvimento com o desastre (por exemplo, o contato direto com as vítimas seria um fator de aumento de envolvimento).

Um quinto conjunto, de 14 artigos, tem como enfoque as consequências do desastre para a saúde da população e/ou equipes de resgate, excluindo-se destes estudos fatores relacionados à saúde mental. Sommario *et al.* (2020) abordam a necessidade de se garantir alimento e água em situações pós-desastre a fim de minimizar efeitos na saúde física da população atingida.

Um último grupo de artigos, composto por 34 estudos, mira nos impactos socioculturais dos desastres, analisando a resposta das comunidades e as consequências de curto, médio e longo prazo para as relações sociais nos territórios afetados. Destaca-se que o envolvimento em questões ligadas a indenizações e processos judiciais de compensação são extremamente debilitantes para as populações e corroem o tecido social (RITCHIE *et al.*, 2018). Outros artigos destacam a importância do capital social (RITCHIE; GILL, 2017) e da participação das comunidades para que um senso de justiça seja reconhecido (HANSEL *et al.*, 2017).

Foram identificados, ainda, 28 artigos que combinam várias das dimensões descritas acima, não sendo possível caracterizar um dos enfoques como principal. Destaca-se, nesse sentido, a escolha por uma visão holística e intersetorial dos desastres, reconhecendo a multiplicidade de consequências e as interrelações entre as diversas dimensões de análise. Annang *et al.* (2016), por exemplo, usam um método de "photovoice" para caracterizar impactos de longo prazo de um desastre e obtém resultados em diversas dimensões: social, psicológica, políticas públicas e econômica. Verifica-se, portanto, uma diversidade de abordagens que podem ser escolhidas pelos pesquisadores nos estudos de impacto de desastres tecnológicos, tendo em vista os diferentes efeitos negativos que os desastres podem causar e a abordagem multi e interdisciplinar necessárias para se avaliar danos e planejar medidas de mitigação e reparação em diversas dimensões sistêmicas.



### Considerações finais

Com base nesse mapeamento, foi possível verificar que o campo de estudos sobre desastres tecnológicos tem evoluído muito nos últimos anos, principalmente, devido ao aumento dos fenômenos/eventos desencadeadores desse tipo de desastre, os quais estão relacionados a uma intenção, negligência ou falha humana e, geralmente, são decorrentes das limitações do desenvolvimento econômico, industrial, tecnológico ou do processo de urbanização. O ano de 2020 representou o período com maior número de publicações sobre o tema nos periódicos indexados nas bases de dados consultadas para esse levantamento.

Com relação aos tipos de desastres tecnológicos estudados foi possível observar que os diferentes grupos e subgrupos utilizados na classificação da COBRADE (2012) foram encontrados neste levantamento, o que denota uma diversidade de fenômenos/eventos causadores de desastres tecnológicos. Acredita-se que alguns fatores influenciam nas escolhas dos fenômenos/eventos que os pesquisadores irão estudar, tais como: a visibilidade que a mídia e a opinião pública dão às consequências de um determinado desastre tecnológico; o alcance dos impactos causados pelos desastres nos territórios atingidos; a proximidade dos pesquisadores com os territórios atingidos por desastres tecnológicos; a necessidade de colaborar com a prevenção de novos desastres ou a recuperação dos territórios atingidos por desastres tecnológicos.

Pode-se verificar uma maturidade acadêmica nesse campo de estudos, o qual possui Centros de Pesquisas em Desastres e periódicos exclusivos para a publicação de estudos sobre o tema. Apresentou-se, neste estudo, os periódicos e os autores com maiores publicações, bem como os trabalhos mais citados, os quais não se caracterizam como publicações recentes e podem ser referências importantes para novos pesquisadores sobre o tema.

A identificação dos *clusters*, a partir do agrupamento das palavras-chave dos artigos que compõe esse levantamento, foi muito relevante, pois permitiu identificar as principais linhas de pesquisa que permeiam o tema desastre tecnológico enquanto objeto de estudo, que foram delimitadas como: (i) riscos de desastres, (ii) questões socioeconômicas, (iii) ciclo de gestão de desastre e tomada de decisão, e (iv) dimensão humana e tecnológica.

Sobre os estágios temporais de um desastre tecnológico, pode-se observar que os estudos que abordam o período *ex post* foram mais preponderantes nesse levantamento, do que aqueles que tratam a fase *ex ante*. Considerando que um desastre tecnológico pode provocar diversas alterações nas dinâmicas sociais, atividades organizacionais e nos processos psicossociais individuais e coletivos (RITCHIE *et al.*, 2018), o estudo também procurou avaliar os principais tipos de impactos abordados nos estudos classificados como pós-desastre tecnológico, os quais foram caracterizados como: ambientais; econômicos; gestão e políticas públicas; efeitos psicológicos, saúde da população e/ou equipes de resgate; e socioculturais. O tipo de impacto mais encontrado nas publicações que compõem esse levantamento é de natureza psicológica e aborda temas ligados aos traumas e a saúde mental, tais como o estresse individual e o coletivo. Esse tipo de impacto coaduna com a quarta linha de pesquisa identificada na análise de *cluster*, que foi denominada de dimensão humana e psicológica.

Acredita-se que esse mapeamento conseguiu levantar alguns dos principais contornos desse campo heterogêneo de estudos, mas outras questões carecem de ser investigadas. Para tanto propõe-se uma agenda de pesquisa que contemplem outros aspectos que também são relevantes para compreensão da produção de conhecimento no campo de estudos.



Inicialmente sugere-se a realização de uma revisão de escopo sobre os caminhos epistêmicos percorridos pelos estudiosos sobre desastres tecnológicos, de modo que se possa identificar e discutir as principais correntes de pensamento. Perry (2018) definiu três paradigmas nos estudos sobre desastres tecnológicos: (i) abordagem clássica dos desastres enquanto transformadores da ordem social; (ii) perspectiva de risco e perigos; e (iii) desastre como fenômeno social. Avaliar a produção científica, a partir das abordagens ontológicas, epistemológicas e metodológicas, pode corroborar ou ampliar o trabalho de Perry (2018), como também permite sistematizar as diferentes lentes de compreensão desse campo científico, bem como os alcances e os limites no desenvolvimento desse campo de conhecimento.

Vale destacar que os impactos nos territórios atingidos por desastres tecnológicos muitas vezes têm sido diagnosticados ou até mesmo reparados de forma setorializada e fragmentada, desconsiderando as possíveis relações, articulações e complementaridade entre as diferentes naturezas de impactos. Neste sentido, torna-se relevante compreender se as pesquisas têm caracterizado os impactos nos territórios de forma setorializada e fragmentada ou se tem buscado abordagens mais sistêmicas, multidisciplinares e intersetoriais, que sejam capazes de perceber a articulação entre as diferentes naturezas de impactos e as suas relações de cumulatividade. A intersetorialidade como abordagem nas pesquisas sobre os impactos de desastres tecnológicos pode ampliar não somente as possibilidades de elaboração dos diagnósticos, como também pode contribuir com a efetividade das ações planejadas e implementadas para a reparação dos territórios atingidos.

Considerando a ruptura generalizada e a extensão dos impactos, torna-se importante desenvolver estudos longitudinais, para que as pesquisas possam compreender as dinâmicas e as mudanças ocorridas ao longo do tempo, bem como os processos de adaptação nos territórios atingidos.

Sugere-se também que sejam realizados trabalhos para identificar como os pesquisadores sobre desastres tecnológicos têm conduzido seus estudos em relação às fases propostas no ciclo de gestão de desastres tecnológicos (SHALUF, 2008), de modo a problematizar questões como a realização de estudos exclusivos sobre cada uma dessas fases, e identificando se há um movimento de pesquisa para além dos limites de cada uma dessas fases, reconhecendo as suas inter-relações e fronteiras. Acredita-se que esses achados possam trazer novos elementos de definição para o modelo heurístico de ciclo de gestão de desastres tecnológicos.

Outra questão importante que não tem sido tratada com profundidade e recorrência é a relação entre fatores naturais e tecnológicos em desastres do tipo Natech, o que pode caracterizar um campo de estudos a ser explorado no futuro a fim de permitir uma melhor compreensão desse fenômeno.

### Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### Referências

ANNANG, L.; WILSON, S. M.; TINAGO, C. B.; SANDERS, L. W.; BEVINGTON, T.; CARLOS, B.; CORNELIUS, E.; SVENDSEN, E. Photovoice: assessing the long-term impact of a disaster on a community's quality of life. **Qualitative Health Research**, v. 26, n. 2, p. 241-251, 2016. doi:



10.1177/1049732315576495.

BONATTI, T. F.; DO CARMO, R. L. Desastres tecnológicos: revisitando a discussão sobre a questão dos eventos de contaminação a partir da relação entre população, espaço e ambiente. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 20., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais... ABEP**, 2016.

BRASIL. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade)**. Defesa Civil, 2012. Disponível em: [http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-12/Cobrade\\_comsimbologia.pdf](http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/Cobrade_comsimbologia.pdf). Acesso em: 16 dez. 2020.

BUCKINGHAM-HOWES, S.; SREEKUMAR, P. MORRIS, G. GRATTAN, L. M. Resilience after the Deepwater Horizon oil spill. **Disaster Prevention and Management**, v. 26, n. 5, p. 597-610, 2020. doi: 10.1108/DPM-02-2017-0046

COUTINHO, R. Q.; LUCENA, R.; HENRIQUE, H. M. Disaster risk governance: institutional vulnerability assessment with emphasis on non-structural measures in the municipality of Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco (PE), Brazil. **Disaster Prevention and Management**, v. 29, n. 5, p. 711–729, 2020. doi: 10.1108/DPM-04-2020-0128

DE SOIR, E.; VERSPORTEN, A.; ZECH, E.; VAN OYEN, H.; MYLLE, J. KLEBER, R.; VAN DER HART, O. Does exposure type impact differentially over time on the development of mental health disturbances after a technological disaster? **Archives of Public Health**, v. 73, n. 20, 2015. doi: 10.1186/s13690-015-0066-z

DONNER, W.; DIAZ, W. Methodological Issues in Disaster Research. In: RODRÍGUEZ, H.; DONNER, W.; TRAINOR, J. E. (Org.). **Handbook of Disaster Research**. 2. ed. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 289–309.

FAN, M. F. Disaster governance and community resilience: reflections on Typhoon Morakot in Taiwan. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 58, n. 1, p. 24-38, 2015. doi: 10.1080/09640568.2013.839444

FLAGG, J. A. The social consequences of a natural/technological disaster: evidence from Louisiana and Mississippi. **Local Environment**, v. 22, n. 3, p. 306–320, 2017. doi: 10.1080/13549839.2016.1195801

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A.; MENEZES, F. C. O desastre na barragem de mineração da Samarco - Fratura exposta dos limites do Brasil na redução de riscos de desastres. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 3, p. 25–30, 2016. doi: 10.21800/2317-66602016000300010

FREUDENBURG, W. R. Contamination, Corrosion and the Social Order: An overview. **Current Sociology**, v. 45, n. 3, p. 19–39, 1997. doi: 10.1177/001139297045003002

GILL, D.A.; RITCHIE, L.A. Considering Cumulative Social Effects of Technological Hazards and Disasters. **American Behavioral Scientist**, v. 64, n. 8, p. 1145–1161, 2020. doi: 10.1177/0002764220938112



GONÇALVES, J. C. Impactos e medidas econômicas relacionados a desastres. **ComCiência**, v. 117, 2010.

HANSEL, T. C.; OSOFSKY, H.; BAUMGARTNER, E.; SPEIER, A. H.; GOLDSTEIN, B. D. Social and Environmental Justice as a Lens to Approach the Distribution of \$105 Million of Directed Funding in Response to the Deepwater Horizon Oil Disaster. **Environmental Justice**, v. 10, n. 4, p. 119-127, 2017. doi: 10.1089/env.2016.0039

KARÁCSONYI, D.; TAYLOR, A. Introduction: Conceptualising the Demography of Disasters. *In*: KARÁCSONYI, D.; TAYLOR, A.; BIRD, D. (Org.). **The Demography of Disasters**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 1-14.

KEATING, K. S.; BECKER, S.; DAVID, I. F.; CHANDLER, T.; SLACK, T.; BEEDASY, J. Families coping with financial loss following the Deepwater Horizon Oil Spill. **Family relations: Interdisciplinary Journal of Applied Family Science**, v. 69, n. 5, p. 887-906, 2020. doi: 10.1111/fare.

LIEBER, R. R.; ROMANO-LIEBER, N. S. Risco e precaução no desastre tecnológico. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 13, n. 1, p. 67-84, 2005.

LOPES, J. A. DE O. HELLER, L. Explanatory matrices of the causes of a tailing dam collapse in Brazil: the (dis) articulation of epistemes. **Risk Analysis**, v. 40, n. 12, p. 2524-2538, 2020. doi: 10.1111/risa.13578

MANION, M.; EVAN, W. M. Technological catastrophes: their causes and prevention. **Technology in Society**, v. 24, 2002. doi: 10.1016/S0160-791X(02)00005-2

MAYNER, L.; ARBON, P. Defining disaster: The need for harmonisation of terminology. **Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies**, v. 19, p. 21-26, 2015.

MESHKATI, N.; TABIBZADEH, M.; FARSHID, A.; RAHIMI, M.; ALHANAEE, G. People-Technology-Ecosystem Integration: A Framework to Ensure Regional Interoperability for Safety, Sustainability, and Resilience of Interdependent Energy, Water, and Seafood Sources in the (Persian) Gulf. **Human factors**, v. 58, n. 1, p. 43-57, 2016. doi: 10.1177/2F0018720815623143

NADERPOUR, M.; KHAKZAD, N. Texas LPG fire: Domino effects triggered by natural hazards. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 116, p. 354-364, 2018. doi: 10.1016/j.psep.2018.03.008

ONUMA, H. SHIN, K. J. MANAGI, S. Reduction of future disaster damages by learning from disaster experiences. **Natural Hazards**, v. 87, p. 1435-1452, 2017. doi: 10.1007/s11069-017-2825-3

ÖZEYRANLI ERGENÇ, N.; BARIŞ, Ş. Prioritization of hazard profile for Istanbul using Analytical Hierarchy Process. **Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards**, v. 90, n. 1, p. 325-336, 2018.

PERRY, R. W. Defining Disaster: An Evolving Concept. *In*: RODRÍGUEZ, H.; DONNER, W.;



TRAINOR, J. E. (Org.). **Handbook of Disaster Research**. 2. ed. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 3–22.

RITCHIE, L. A.; GILL, D. A. Social Capital Theory as an integrating theoretical framework in technological disaster research. **Sociological Spectrum**, v. 27, p. 103–129, 2007. doi: 10.1080/02732170601001037

RITCHIE, L. A.; GILL, D. A.; LONG, M. A. Mitigating litigating: an examination of psychosocial impacts of compensation processes associated with the 2010 BP Deepwater Horizon Oil Spill. **Risk Analysis**, v. 38, n. 8, p. 1656-1671, 2018. doi: 10.1111/risa.12969

RODRIGUES, A. C.; GUNTHER, W. M.; VASCONCELOS, M. P.; DI GIULIO, G. M.; BOSCOV, M. E. G. Delineamento da produção científica sobre desastres no Brasil no início deste século. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 34, 2015. doi: 10.5380/dma.v34i0.38992

RODRÍGUEZ, H.; DONNER, W.; TRAINOR, J. E. **Handbook of Disaster Research**. 2. ed. Cham: Springer International Publishing, 2018.

SHALUF, I. M. An overview on disasters. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, v. 16, n. 5, p. 687–703, 2007. doi: 10.1108/09653560710837000

SHALUF, I. M. Technological Disaster Stages And management. **Disaster Prevention and Management**, v. 17, n. 1, p. 114-126, 2008. doi: 10.1108/09653560810855928

SHEN, G.; HWANG, S. N. Revealing global hot spots of technological disasters: 1900-2013. **Journal of Risk Research**, v. 21, n. 3, p. 361-393, 2018. doi: 10.1080/13669877.2016.1179214

SILVA, M. A.; FREITAS, C. M. Desastres tecnológicos em barramentos de rejeitos de mineração: impactos, danos e perspectivas de gestão de risco. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; FREITAS, C. M.; LOPES, E. S. S.; CASTRO, G. R. B.; BARBOSA, H. A.; LONDE, L. R.; MAGNONI, M. G. M.; SILVA, R. S.; TEIXEIRA, T.; FIGUEIREDO, W. S. (Org.). **Redução do risco de desastre e a resiliência no meio Rural e urbano**. 2. ed. São Paulo, SP: Centro Paula Souza, 2020. p. 326–358.

SLACK, T.; PARKS, V.; AYER, L.; PARKER, A. M., FINUCANE, M. L.; RAMCHAND, R. Natech or natural? An analysis of hazard perceptions, institutional trust, and future storm worry following Hurricane Harvey. **Natural Hazards**, v. 102, p. 1207–1224, 2020. doi: 10.1007/s11069-020-03953-6

SOMMARIO, E.; SPAGNUOLO, F.; ALABRESE, M. Feeding the hungry, quenching the thirsty: shaping the rights to food and water in disaster settings through humanitarian standards. **Global Jurist**, v. 20, n. 1, 2020. doi: 10.1515/gj-2019-0007

VALERO, M. V.; RENEDO, M. G.; BELTRÁN, J. M. G. Conceptualización y delimitación del término Desastre. In: Jornades de Foment de la Investigació, 2001, Castellón de la Plana, Espanha. **Proceedings...** 2001.

WON, D.; YOO, S.; YOO, H.; LIM, J. Complex adaptive systems approach to sewol ferry disas-



ter in Korea. **Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity**, v. 1, n. 22, 2015. doi: 10.1186/s40852-015-0023-7

ZHOURI, A.; VALENCIO, N.; OLIVEIRA, R.; ZUCARELLI, M.; LASCHEFSKI, K.; SANTOS, A. F. O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. **Ciência e cultura**, v. 68, n. 3, p. 36-40, 2016. doi: 10.21800/2317-66602016000300012