



## DESASTRES AMBIENTAIS DECORRENTES DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA PÓS ACORDO DE PARIS

## ENVIRONMENTAL DISASTERS RESULTING FROM CLIMATE CHANGE IN BRAZIL: A SYSTEMATIC REVIEW POST-PARIS AGREEMENT

<i>Recebido em</i>	12/03/2025
<i>Aprovado em:</i>	12/06/2025

Rafael Venturini Piacentini<sup>1</sup>

Thayse Ana Ferreira<sup>2</sup>

Irene Carniatto de Oliveira<sup>3</sup>

### RESUMO

o objetivo do estudo que é descrever o estado da arte acerca dos desastres ambientais decorrentes das mudanças climáticas no Brasil. Para isso foi realizada uma pesquisa sistemática na base de dados da web of science com os descritores environmental disaster (desastre ambiental), climate change (mudança climática) e Brazil (Brasil) resultando em 191 documentos. Refinou-se os resultados na própria base restando 70 trabalhos de 2016 a 2024 em inglês, português e espanhol. Foram adotados todos os ODS como parâmetros de busca o que resultou em 39 artigos que formaram o corpus textual analisado. O critério de recorte temporal adotado foi de 2015 pois neste ano o Brasil acordou o trato de Paris e a Agenda 21 – que apresentou os ODS e após análise manual

<sup>1</sup> Doutorando em Desenvolvimento Rural Sustentável e Engenharia de Energia na Agricultura pela UNIOESTE. Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura pela UNIOESTE. Bacharel em Administração (UNIOESTE) e Bacharel em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz-FAG.

<sup>2</sup> Doutoranda em Desenvolvimento Rural Sustentável pela Unioeste. Mestra e Bacharel em Administração (UNIOESTE).

<sup>3</sup> Pós-doutora em Educação pela UFMT. Doutora em Ciências Florestais, Conservação e Planejamento Integrado de Bacias e Recursos Hídricos pela UFPR. Mestrado em Educação em Ciências pela UNIMEP. Graduação em Licenciatura Em Ciências Habilitação Em Matemática pela UNIOESTE. Docente do Programa de Pós-Graduação em Administração e do Curso de Ciências Biológicas da UNIOESTE.



restaram 39 artigos para análise, que foi realizada no software Iramuteq gerando análise de similitude, análise hierárquica descendente e análise das palavras mais ocorrentes pela frequência. Os resultados foram obtidos por meio dessas análises e uma análise de conteúdo seguindo os princípios de Bardin (2011). Os principais resultados apontam dois grupos onde um se concentra nos estudos políticas e ações públicas frente as mudanças climáticas e outro a análise de desastres ambientais e suas causas.

**Palavras-chave:** eventos climáticos extremos; resiliência climática; adaptação climática; migração climática.

### ABSTRACT

The objective of this study is to describe the state of the art regarding environmental disasters resulting from climate change in Brazil. To achieve this, a systematic search was conducted in the Web of Science database using the descriptors "environmental disaster," "climate change," and "Brazil," resulting in 191 documents. The results were refined within the database, leaving 70 works from 2016 to 2024 in English, Portuguese, and Spanish. All Sustainable Development Goals (SDGs) were adopted as search parameters, resulting in 39 articles that formed the corpus analyzed. The temporal cutoff criterion adopted was 2015, as this was the year Brazil agreed to the Paris Agreement and the Agenda 2030 – which introduced the SDGs. After manual analysis, 39 articles remained for analysis, which was conducted using the Iramuteq software, generating similarity analysis, hierarchical descending analysis, and word frequency analysis. The results were obtained through these analyses and content analysis following Bardin's (2011) principles. The main findings indicate two groups: one focuses on studies of policies and public actions addressing climate change, while the other examines environmental disasters and their causes.

**Keywords:** Extreme Climatic Events; Climate Resilience; Climate Adaptation; Climate Migration.

### INTRODUÇÃO

A atividade humana descontrolada aliada a constante – e intensificada – exploração dos recursos naturais disponíveis na terra já ultrapassaram a capacidade de renovação do planeta. Os resultados dessas ações são mudanças climáticas, esgotamento de diversos recursos degradação ambiental – além das ramificações socioeconômicas, como conflitos por recursos, desigualdade social entre ambiente urbano e rural, desemprego, fome, agravante da



pobreza entre outros. Esse cenário, quase apocalíptico, demonstra ser imprescindível o planejamento e o desenvolvimento dos países – outrora vistos como subdesenvolvidos – do hemisfério sul, como o Brasil (Steffen et al, 2005; Byers et al, 2018).

Ainda quando se pensa no hemisfério sul, as regiões rurais – devido a sua pobreza, desigualdade social, declínio populacional, economia de subsistência, isolamento geográfico e baixo planejamento e investimento públicos – são inegavelmente mais vulneráveis as mudanças climáticas e suas consequências, de modo que compreender quais as mudanças climáticas e o tipo de desastres que elas podem gerar torna imperativo, sobretudo para o desenvolvimento rural sustentável. Para que o desenvolvimento seguisse por esse caminho, em 2015 foram assinados três acordos sendo eles; Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável – que apresentou os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) –, Acordo de Paris Sobre Alterações Climáticas e o Quadro de Sendai para a Redução de Riscos de Desastres 2015-203 (Disd, 2013; Johnston, 2016; Ipcc, 2022; Undrr, 2020; McPhilips, 2018).

A partir da compreensão da relação entre as mudanças climáticas e os desastres ambientais sobretudo no desenvolvimento de regiões rurais se define como problema de pesquisa a pergunta: Qual o estado da arte acerca dos desastres ambientais decorrentes das mudanças climáticas no Brasil? E para responder a esta pergunta se apresenta o objetivo do estudo que é descrever o estado da arte acerca dos desastres ambientais decorrentes das mudanças climáticas no Brasil.

A justificativa do estudo se apresenta na necessidade do entendimento de que como Brasil possui sua atividade econômica principal sendo agropecuária e que a produção de alimentos tem como sua principal fonte de produção a agricultura familiar é necessário compreender como o Brasil tem sido afetado pelas mudanças climáticas e como tem reagido a elas (Garcia e Silva; Costa Silva, 2024). Além disso compreender tanto os estudos como as ações desenvolvidas desde a assinatura dos tratados anteriormente citados auxiliará na proposição de novas ações de enfrentamento e mitigação dos impactos ambientais decorrentes dessas mudanças.



Para atender ao objetivo do estudo realizou-se a busca na base de dados *Web of Science* (WoS) com os descritores na língua inglesa *environmental disaster* (desastre ambiental), *climate change* (mudança climática) e *Brazil* (Brasil). Após aplicação dos filtros de busca da própria WoS a base de dados utilizada no estudo contou com 39 trabalhos utilizados na análise hierárquica descendente e a análise de similitude com intuído de compreender o conteúdo dos artigos encontrados e assim descrever o estado da arte sobre os desastres ambientais e as mudanças climáticas – bem como suas relações – no Brasil.

Os principais resultados apontam que existem duas vertentes de pesquisas principais sobre as mudanças climáticas no Brasil. Enquanto uma se dedica às políticas e ações de enfrentamento e mitigação, uma segunda corrente de pesquisas estuda as tipologias de desastres e suas causas. A primeira esta mais relaciona as questões políticas, socioeconomias e sociais, enquanto a segunda é mais técnica e apresenta até mesmo simulações de cenários futuros para o território brasileiro.

Desta forma, pode-se afirmar que este estudo contribui para compreensão das mudanças climáticas e suas relações e impactos nas mais diversas esferas e regiões do Brasil enquanto fenômeno físico, ambiental e seus conflitos sociais e políticos. De modo que, a maior contribuição do estudo foi a identificação das dimensões de pesquisa sobre o tema e onde se encontram as lacunas de pesquisa.

## 1. REFERÊNCIAL TEÓRICO

A crise ambiental causada pelas mudanças climáticas está diretamente relacionada à ação humana e à exploração excessiva dos recursos naturais, superando a capacidade de renovação do planeta. Este cenário resulta em uma série de consequências socioeconômicas e ambientais, como o aumento de desastres ambientais, que afetam desproporcionalmente regiões e populações mais vulneráveis, especialmente no hemisfério sul, como o Brasil. Estudos indicam que as regiões rurais, devido à pobreza, desigualdade social, isolamento geográfico e baixo investimento público, são



particularmente vulneráveis às mudanças climáticas e seus impactos (Steffen et al., 2005; Byers et al., 2018).

A partir da assinatura de tratados internacionais, como o Acordo de Paris e a Agenda 2030, as mudanças climáticas passaram a ser abordadas em uma perspectiva integrada, envolvendo aspectos sociais, econômicos e ambientais. No Brasil, a relação entre as mudanças climáticas e a vulnerabilidade das populações, particularmente em áreas rurais, é crítica. O desenvolvimento sustentável nessas regiões requer uma compreensão detalhada dos desastres ambientais gerados pelas mudanças climáticas e das políticas de mitigação necessárias para enfrentar esses desafios (Johnston, 2016; IPCC, 2022). Desastres ambientais, como secas e inundações, são exacerbados pela combinação de fatores físicos e vulnerabilidades sociais, como o desmatamento e a ocupação irregular de áreas de risco. Esse aumento na frequência de eventos climáticos extremos tem sido documentado em diversos estudos que mostram o impacto desses fenômenos no território brasileiro (Cartier et al., 2009; Fonseca et al., 2024).

A resposta institucional e as políticas públicas no Brasil desempenham um papel central na mitigação dos impactos climáticos, embora haja uma lacuna significativa na implementação efetiva dessas políticas, tanto no nível local quanto nacional. Estudos demonstram que muitos municípios falham em integrar as políticas de planejamento urbano com as de gestão de risco climático, o que agrava os efeitos de secas, inundações e deslizamentos de terra (Torres et al., 2020; Gonçalves e Silva, 2020). Além disso, apesar de o Brasil ter implementado algumas estratégias de adaptação climática, como o uso de energias renováveis e a promoção da resiliência em áreas urbanas, ainda é necessário um esforço maior para a adoção de soluções eficazes em todas as regiões do país (Weng et al., 2020).

No contexto da adaptação climática, o desenvolvimento de estratégias de resiliência em comunidades vulneráveis é essencial. A implementação de soluções baseadas na natureza, como a infraestrutura verde, tem sido uma das maneiras mais promissoras de aumentar a capacidade de adaptação às condições climáticas extremas (Maxwald et al., 2020). Além disso, a educação ambiental é vista como uma ferramenta fundamental para



promover a conscientização e a ação climática nas populações afetadas, especialmente em áreas de maior vulnerabilidade, onde o conhecimento técnico sobre a redução de riscos e a adaptação climática é limitado (Rollenston et al., 2023).

É inegável, ainda, que as mudanças climáticas também afetam diretamente a saúde e o bem-estar das populações. A literatura científica evidencia que os desastres ambientais, como ondas de calor, secas e enchentes, têm gerado um impacto considerável nos sistemas de saúde pública, com aumento de doenças respiratórias, desnutrição e problemas de saúde mental, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas e mal planejadas (Leal Filho et al., 2018). A pandemia de COVID-19, por exemplo, revelou ainda mais a vulnerabilidade dessas populações a eventos extremos, destacando a necessidade de espaços urbanos mais resilientes e ecologicamente sustentáveis para garantir a saúde da população durante crises futuras (Boechat e Ribeiro, 2021). Assim, o planejamento urbano inadequado e a falta de infraestrutura agravam a exposição das comunidades a esses riscos, aumentando a necessidade de políticas públicas voltadas para a criação de cidades mais adaptáveis às mudanças climáticas.

Além das questões de saúde, as mudanças climáticas estão intrinsecamente ligadas aos fluxos migratórios. O aumento da vulnerabilidade em certas regiões, decorrente de secas prolongadas, desastres naturais e degradação ambiental, tem forçado populações a migrarem em busca de condições de vida mais seguras e sustentáveis (De Paula e Freire de Melo, 2021). Esse fenômeno, conhecido como migração climática, já afeta significativamente várias regiões do Brasil, com impactos diretos sobre a infraestrutura das cidades e sobre os sistemas de suporte social. Estudos demonstram que a falta de políticas integradas para lidar com a migração resultante de desastres ambientais coloca pressão adicional sobre as áreas urbanas, exacerbando problemas sociais como o desemprego, a falta de moradia e a desigualdade (Gonçalves e Silva, 2020).

Assim, fica evidente que as mudanças climáticas e os desastres ambientais no Brasil são fenômenos interligados que exigem uma abordagem multidisciplinar e integrada para mitigar seus impactos e promover o desenvolvimento sustentável.



## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa de natureza teórico-empírica e se classifica como um estudo bibliográfico, por verificar dados de trabalhos já publicados. Entende-se ainda que se trata de uma pesquisa exploratória e descritiva pois objetiva explorar as publicações anteriores sobre o tema investigado e com base nessas análises descrever o estado da arte sobre o assunto. Para realização do estudo adotou-se as metodologias de revisão sistemática.

Revisões de literatura sistemática exigem uma execução estruturada e detalhada dos métodos e processos aplicados (Hiebl, 2021). Essa abordagem proporciona uma compreensão mais precisa dos resultados em comparação com outras formas de revisão (Booth et al., 2016; Jesson et al., 2011). Uma explicação transparente sobre os trabalhos selecionados, detalhando as etapas de seleção da amostra, aumenta o rigor metodológico e proporciona um recorte mais preciso do estado da arte do assunto (Hielb, 2021; Booth et al., 2016).

Iniciou-se a pesquisa na base de dados *web of Science* (WoS), no dia 03 de março de 2024, com o descritor principal *environmental disaster* (desastre ambiental) sendo encontrados 54.074 documentos. Para refinar a busca acrescentou-se o descritor *climate change* (mudança climática) resultando em 10.946 documentos encontrados. Foram refinados mais uma vez com a adição do descritor *Brazil* (Brasil) resultando em 191 documentos.

Utilizando então as ferramentas de refinamento da própria WoS, primeiramente selecionando apenas os artigos de acesso livre, resultando em 111 documentos, se excluiu os artigos de revisão restando 103 artigos e ao se selecionar o tipo de documento apenas a opção artigo resultou em 99 artigos. Se excluiu os artigos de acesso antecipado e um documento de dados, restando 70 trabalhos. Como os documentos encontrados datam de 2016 a 2024 optou-se por não realizar triagem por ano, nem por língua uma vez que foram encontrados artigos apenas em inglês, português e espanhol. Por fim foram adotados todos os ODS como parâmetros de busca o que resultou em 56 artigos encontrados na base de dados da WoS.

Foram baixados os dados da plataforma WoS para se realizar a leitura de documentos. Inicialmente se realizou a leitura dos resumos de todos os 56 documentos adotando como



critério de inclusão na pesquisa aqueles que faziam menção direta ou indireta sobre as mudanças climáticas e suas relações com desastres ambientais no território brasileiro, sendo excluídos 17, restando 39 artigos. Todos os parâmetros de inclusão e exclusão são observados no Quadro 1.

Quadro 1: critérios de inclusão e exclusão dos artigos encontrados

INCLUSÃO	EXCLUSÃO
Artigos revisados por pares	Artigos os quais não se encontrou o texto integral disponível de forma gratuita
Artigos de qualquer área de conhecimento	Artigos duplicados
Apenas Artigos	Artigos de eventos e congressos
Preferencialmente que se relacionassem aos ODS	Documentos de outras naturezas como resumos expandidos, teses e dissertações
Publicações de 2015 até 2024	Artigos de revisão teórica
Artigos de qualquer língua	Artigos que abordavam as questões no Brasil

Fonte: dos autores (2024).

O critério de recorte temporal adotado foi de 2015 pois neste ano o Brasil acordou o tratado de Paris e a Agenda 21 – que apresentou os ODS. Deste modo a seleção final de documentos para este estudo foi de 39 artigos os quais também compuseram a base de dados que gerou o *corpus* em formato *txt* utilizando como elementos de análise os resumos, discussões e conclusões dos trabalhos. Ressalta-se que devido ao fato de os artigos selecionados serem de diferentes línguas, optou-se por traduzi-los, manualmente, para o português – língua dos autores – para então seguir com as análises. Essa base de dados é chamada de *corpus* e foi utilizado na análise do conteúdo por meio do software *Iramuteq 0.7 Alpha 2 (Interface de R para analyses Multidimensionnelles de textes et de questionnaires)* onde se realizou os testes de análise hierárquica descendente e a análise de similitude. A intensão do uso dessa ferramenta foi realizar a análise do conteúdo textual para compreender o *corpus* pesquisado (Bardin, 2011).

A classificação hierárquica descendente resultou em um gráfico de dendrograma. Esta análise inicial classificou o *corpus* em grupos de palavras de acordo com suas semelhanças semânticas, resultando em uma relação hierárquica das palavras contidas nos artigos analisados que foram separados em classes – as quais posteriormente foram analisadas manualmente e comprovadas por esse processo. As classes geradas pelo software se formam



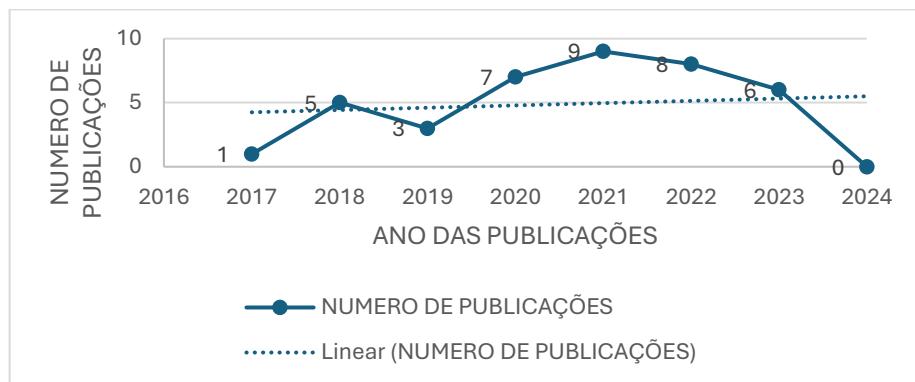
pelas relações entre as palavras dos documentos, o que fornece um resultado estatístico para compreensão do corpus que juntamente a análise manual do conteúdo permitiu uma revisão mais aprofundada (Marchand & Ratinaud, 2012; Reinert, 1990).

A análise de similitude das palavras permite a construção de um gráfico de rede de palavras que demonstra a relação entre os núcleos de palavras contidos no texto. Nesse gráfico as palavras com maior força são apresentadas em maior tamanho da fonte e as relações demonstradas por linhas que conectam as palavras formando a rede (Reinert, 1990). Diferente da análise anterior, a similitude auxilia na compreensão do corpus verificando a quantidade de repetições – ou frequência – das palavras e as relações estabelecidas entre si.

Por fim, foram apresentadas com auxílio de quadros os resultados da análise do conteúdo, que teve origem no resultado da classificação hierárquica descendente e da análise de similitude. Com o cruzamento dessas análises com a análise manual do conteúdo se construiu os resultados e proposição de uma agenda de pesquisas futuras, que podem ser observados na seção seguinte.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observou-se inicialmente a distribuição geoespacial dos estudos analisados. O Brasil se destacou com 20 estudos, seguido dos Estados Unidos com 5. Outros países como Espanha, Portugal e Australia apresentaram 2 estudos cada, enquanto outros países apresentaram apenas um. Como essa distribuição geoespacial se mostrou pouco conclusiva, seguiu-se para análise da dispersão temporal (Figura 1).



**Figura 1:** distribuição das publicações por ano  
Fonte: dados da pesquisa.

Observa-se que o tema teve uma curva no número de publicações entre 2019 e 2024 – sendo em 2021 o ano em que houve um pequeno pico. Desde então as publicações sobre os desastres ambientais no Brasil decorrentes das mudanças climáticas tiveram uma queda. Esperava-se uma tendência de aumento constante – representada pela linha pontilhada – uma vez que em 2015 foram publicados os ODS (Organização das Nações Unidas, 2015). Embora a maioria dessas publicações tenham sido produzidas no Brasil, outros países demonstram interesse em estudar como as mudanças climáticas afetam o território. A Figura 2 apresenta o Dendograma da análise de hierárquica do *corpus*.



**Figura 2:** Dendograma da análise de hierárquica do *corpus*  
Fonte: dados da pesquisa.

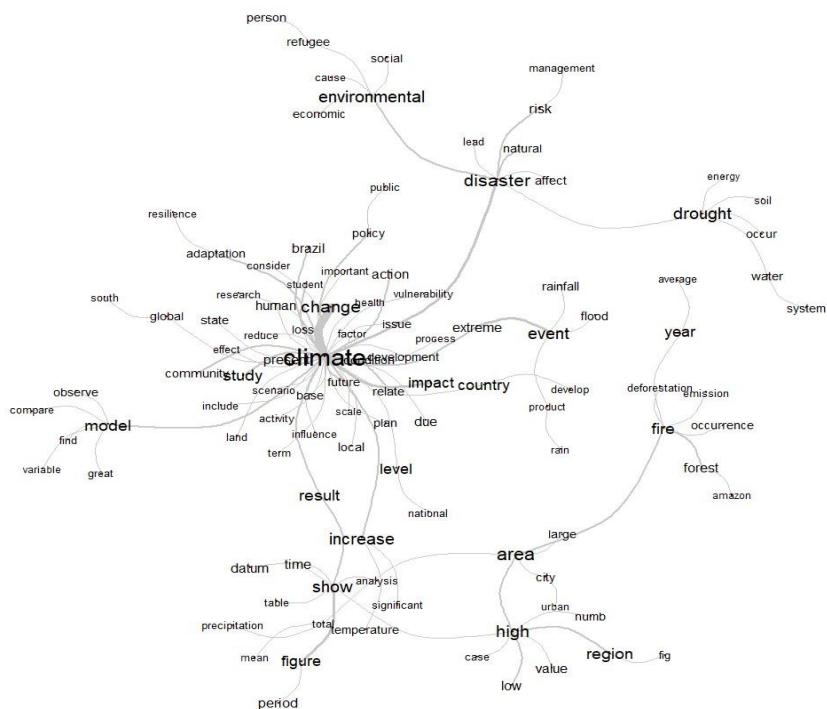
O resultado da análise apontou a existência de duas classes de artigos. A classe 1 em vermelho corresponde a uma arte ligeiramente maior e se dedica a pesquisas sobre as tipologias de desastres ambientais e suas causas relacionadas as mudanças climáticas. Já a classe 2, em ciano, corresponde a pesquisas sobre Políticas e ações para prevenção e



mitigação dos impactos gerados por esses desastres. Esse é um resultado interessante uma vez que as populações em maior vulnerabilidade ambiental são aquelas que já se encontram também em vulnerabilidade social e economia, que habitam ou circundam áreas de risco ou degradação ambiental (Cartier et al, 20009; Fonseca; Amaral; Navoni, 2024).

#### 4. ANÁLISES COMPLEMENTARES

Realizou-se mais duas análises pelo software *Iramuteq*. A primeira foi a árvore de similitude (Figura 3). Essa análise apresenta a relação entre os termos do *corpus* e para sua construção utilizou apenas termos com frequência igual ou superior a 100.

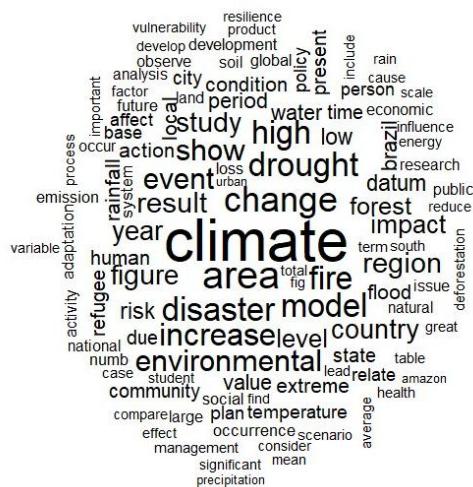


**Figura 3:** análise de similitude do *Corpus*  
Fonte: dados da pesquisa.

Perece-se de modo muito claro que a palavra *CLIMATE* é que o núcleo de ligação entre todos os demais termos. Além disso, ela possui uma ligação muito forte com o termo *Change*. Percebe-se ainda que a ramificação é relativamente proporcional tendo os nos



secundários nas palavras *MODEL*, *INCREASE* e *DISASTER* onde esta última se destaca por gerar mais duas ramificações. Isso indica que os artigos analisados possuem uma relação direta de mudanças climáticas com desastres ambientais, o que se confirma com análise da nuvem de palavras (Figura 4).



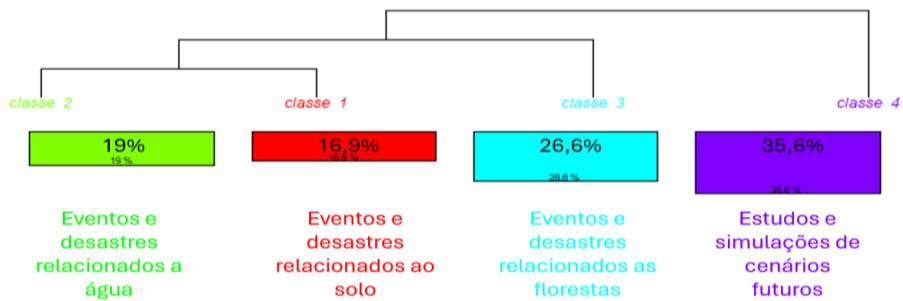
**Figura 4:** nuvem de palavras  
Fonte: dados da pesquisa.

Assim como na árvore de similitude, o centro da análise é a palavra *climate*, tendo forte relação de proximidade com termos como *change*, *disaster*, *model*, *incrise*, *environmental*. Essas duas análises corroboram com os dendogramas. Pode-se afirmar então que os artigos analisados se concentram no estudo de mudanças climáticas, podendo ser agrupados em duas classes. Uma orientada no estudo das tipologias de desastres e modelos de previsão e outra focada em políticas públicas e vulnerabilidades ambientais. Cada uma dessas classes se divide em outras como mostrando pelo estudo. Nesse sentido observa-se inicialmente a existência de uma lacuna de pesquisa nesse segmento, sendo assim se apresenta a análise de conteúdo do *corpus* dividida por classes.



#### 4.1 Classe 1: tipologia de desastres e suas causas

Como a análise hierárquica descendente do corpus gerou apenas duas classes optou-se por fazer uma nova análise para cada classe criada. O resultado da classe 1 pode ser observado na Figura 5, onde se observa a existência de 4 subclasses. Observa-se que as correlações são mais fortes entre as classes 1 e 2 onde ambas se ligam com a classe 2. A classe 4 tem relação com todas as anteriores, o que fica evidente na análise narrativa do conteúdo.



**Figura 5:** Dendograma da classe 2 – tipologias de desastres e suas causas  
Fonte: dados da pesquisa.

As mudanças climáticas, combinadas com perigos naturais e a exposição da população a vulnerabilidades geológicas, ambientais, sociais e econômicas, têm causado prejuízos irreparáveis à população. Além disso, a resposta insuficiente dos governos agrava a situação (Ribeiro et al., 2021). É crucial entender que, embora as previsões sejam baseadas em tendências passadas, as alterações climáticas não podem ser ignoradas, mesmo em dados recentes (Buszta et al., 2023; Dantas et al., 2022).

Tais mudanças climáticas decorrem principalmente do desmatamento e da maior emissão de gases do efeito estufa (Shabani et al., 2020). Soma-se a isto, o fato de que em muitas áreas se tem uma urbanização sem planejamento adequado e uma densidade populacional crescente, o que resulta em mais pessoas em áreas de vulnerabilidade (Buszta et al., 2023). A ocorrência de desastres ambientais afeta diferentes segmentos



sociais, impactando a saúde, a educação, a habitação, a economia e a prestação de serviços básicos (Ribeiro et al., 2021).

Com o aumento previsto nas temperaturas globais, é esperado amplificar a frequência e a intensidade dos desastres relacionados com a temperatura, como ondas de calor, incêndios florestais e secas. Além disso, resulta no derretimento das geleiras e o aumento do nível do mar, aumentando assim, o risco de inundações costeiras (Buszta et al., 2023). Tanto a severidade quanto a amplitude das ondas de calor estão previstas para aumentar globalmente como consequência das mudanças climáticas, o que resultam em taxas de mortalidade de magnitude maior do que outros desastres relacionados ao clima (Herrera et al., 2018).

O estudo de Buszta et al. (2023) desenvolveu uma análise geoespacial dos desastres naturais a nível mundial entre os anos de 1960 e 2018, chegando ao resultado de 9962 desastres distribuídos em 39.953 localidades. O continente asiático foi o mais afetado (4427 desastres), apresentando principalmente inundações decorrentes de tempestades, seguido pela América do Norte (1634 desastres) e pelo continente africano (1427 desastres). Por mais que a América do Sul apresente a incidência mais baixa em relação as outras regiões, ao avaliar o número de desastres naturais por país, o Brasil foi o 10º país com mais desastres naturais no período avaliado, totalizando 180 desastres.

Nas últimas décadas, o Brasil tem enfrentado secas severas em todo o seu território, com importantes implicações para a dinâmica da umidade do solo. Entre o período de 1991 a 2011, este foi o principal desastre ambiental que o país enfrentou decorrente de eventos climáticos, representando 54% dos episódios registrados (Ribeiro et al., 2021). Tal fenômeno se manteve em alta em 2015, quando ocorreu o evento mais forte do El Niño até então registrado, resultando em condições de extrema seca (Li et al., 2021). Em 2019, uma predominância de massas de ar mais quentes e secas de latitudes subtropicais contribuiu para a escassez de chuvas de verão no pico da estação das monções, como consequência, houve seca extrema e prolongada em toda a região (Marengo et al., 2021).

No estudo de Ribeiro et al. (2021), verificou-se uma redução geral na umidade do solo de -0,5% ao ano em nível nacional entre 2009 e 2015, já em nível de bioma, a Caatinga



apresentou a redução mais severa. A variabilidade da umidade do solo tem um impacto direto na agricultura, segurança hídrica e serviços ecossistêmicos, assim, melhorar a compreensão das tendências da umidade do solo durante períodos de seca é crucial para aprimorar o sistema nacional de alerta precoce de secas e desenvolver estratégias personalizadas para adaptação às mudanças climáticas em cada bioma (Ribeiro et al., 2021).

A pesquisa de Dantas et al. (2022) estudou o aumento na temperatura do ar no Nordeste do Brasil e constatou que permanecerá irreversivelmente em níveis entre 1 °C e 5,4 °C acima da média do período de referência (1980-2014), dependendo do cenário considerado. Esse aumento de temperatura, leva a um aumento na evaporação e evapotranspiração, o que impacta negativamente os volumes de água dos reservatórios de superfície e, simultaneamente, aumenta a demanda de água para a agricultura irrigada (Dantas et al., 2022).

A agricultura é a principal atividade econômica do mundo e de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, essa atividade deve ser impactada pela seca (Silva et al., 2023). Conforme aponta Sun et al. (2022), a seca apresenta uma tendência de aumento no centro-sul e leste dos EUA, no sul do Brasil, no norte da Argentina, na Nigéria e no sudoeste da China, afetando todos os principais países produtores da soja. As mudanças climáticas e a crescente frequência de eventos climáticos e meteorológicos extremos não só levam a uma queda no rendimento do plantio e na estabilidade da renda dos agricultores, como criam instabilidade no fornecimento de alimentos a nível mundial (Marengo et al., 2021; Sun et al., 2022; Silva et al., 2023).

As mudanças climáticas também podem impactar outras plantas, como as espécies invasoras de ervas daninhas estudadas por Shabani et al. (2020), que ao se propagarem podem destruir ecossistemas. Esta pesquisa fez uma projeção de aumento de temperatura para 2050 e o resultado indicou que a Nova Zelândia, o sudeste da Austrália, a maioria dos países europeus, o norte do Brasil, o sul do Chile e o sul do Uruguai estão em maior risco de serem tomados por muitas espécies invasoras até 2050 do que sob o clima atual. Um melhor conhecimento dos padrões de biodiversidade e suas bases é fundamental para



gerenciar e se adaptar às espécies invasoras, às mudanças no uso da terra, à degradação da paisagem e do habitat (Alahuhta et al. (2017).

Com a paisagem se tornando mais inflamável, o solo menos úmido e considerando as fontes de ignição humanas responsáveis por muitos eventos, os incêndios têm aumentado sua incidência, causando múltiplos danos socioeconômicos e ambientais (Ferreira et al., 2023). Os incêndios florestais em florestas tropicais úmidas tornaram-se mais comuns nos últimos anos, aumentando as taxas de mortalidade de árvores em florestas que não coevoluíram com o fogo (Silva et al., 2020).

Na região amazônica, o fogo é amplamente utilizado como técnica de desmatamento e manejo agrícola (Campanharo et al., 2019), esta questão somada as secas prolongadas, podem amplificar a ocorrência e propagação de incêndios (Ferreira et al., 2023). Particularmente no estado do Acre, localizado no sudoeste da Amazônia brasileira, a ocorrência de incêndios extensos, associados a eventos climáticos extremos, tem sido relatada desde 2005 (Campanharo et al., 2019). Durante o período estudado por Campanharo et al. (2019), que foi de 2008 a 2012, as áreas queimadas se concentraram ao redor das principais cidades e estradas, formando polígonos de até 0,6 km<sup>2</sup>, no entanto, em 2010, um ano extremamente seco, os incêndios se espalharam para áreas remotas, impactando áreas privadas protegidas e áreas de conservação.

A porcentagem de áreas desmatadas, as terras produtivas, as bordas de floresta degradadas e altas temperaturas foram os principais impulsionadores da ocorrência de incêndios no sudoeste da Amazônia, indicando a alta vulnerabilidade de paisagens fragmentadas a condições climáticas extremas para a ocorrência de incêndios (Campanharo et al., 2019). Assim, reduzir as fontes de ignição e o desmatamento são fatores cruciais para evitar uma degradação ainda mais severa das florestas amazônicas (Silva et al., 2020). O Brasil deve aumentar rapidamente as operações de combate a incêndios ilegais, expandir a rede existente de brigadas de incêndio e melhorar sistemas especializados de previsão do tempo e modelos de comportamento de incêndio, para orientar a supressão de incêndios (Campanharo et al., 2019; Brando et al., 2020).



As emissões comprometidas são estimativas brutas, enquanto as consequências de longo prazo dos incêndios florestais requerem uma compreensão das emissões líquidas que consideram a absorção pós-incêndio de CO<sub>2</sub>. A análise de Silva et al. (2020) permitiu avaliar as emissões e crescimento ao longo dos anos, revelando que as emissões líquidas anuais atingem o pico 4 anos após os incêndios florestais, bem como revelou que as florestas queimadas funcionaram como fonte de CO<sub>2</sub> e as emissões líquidas cumulativas foram muito superior à captação. Acompanhar as rápidas mudanças nos regimes de incêndios exige inovação, cooperação entre fronteiras políticas e comunicação interinstitucional em uma escala nunca vista (Brando et al., 2020).

Atualmente, a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil para emissões não considera os incêndios florestais como uma fonte significativa, embora esses sejam provavelmente responsáveis por um impacto substancial e de longo prazo no balanço de carbono líquido da Amazônia (Silva et al., 2020). É necessário reconsiderar este aspecto. Além disso, é necessário implementar mecanismos legais para proteger e expandir as florestas secundárias, enquanto apoia a conservação das florestas primárias, pois as florestas secundárias tropicais sequestram carbono até 20 vezes mais rápido do que as florestas primárias (Heinrich et al., 2021).

Ainda, em relação aos incêndios, é preciso avaliar o aspecto da saúde humana e animal. O estudo de Campanharo et al. (2019), aponta que há dificuldade em estabelecer um diagnóstico robusto de causa e efeito em relação a incêndios e doenças respiratórias. Os efeitos dos desastres naturais sobre a saúde dos seres humanos e da vida selvagem são múltiplos, desde lesões físicas, como fraturas, cortes ou queimaduras, até problemas de saúde como doenças transmitidas pela água, epidemias, desnutrição e doenças mentais relacionadas ao estresse e trauma (Buszta et al., 2023).

Outro desastre que oferece período em várias regiões do globo, são as enchentes, que são um dos tipos mais devastadores em termos de perdas humanas, econômicas e sociais (Restrepo-Estrada et al., 2018). No estudo de Ribeiro et al. (2021), através dos modelos propostos, associações estatisticamente significativas foram encontradas entre registros de desastres e clima, condições sociosanitárias e demográficas. Outro estudo que



focou no impacto de fatores estruturais nas enchentes foi o de Fava et al. (2022), onde foi avaliada a contribuição para o aumento da resiliência por meio da implementação de práticas descentralizadas de desenvolvimento de baixo impacto na bacia hidrográfica do rio Gregório (São Carlos, Brasil), que sofre com inundações recorrentes. Os resultados mostraram uma melhoria significativa na resiliência do sistema para tempestades leves e uma melhora razoável nas tempestades moderadas, devido às intervenções práticas descentralizadas de desenvolvimento de baixo impacto.

Além dos desastres provenientes do excesso de chuva, o Brasil também já enfrentou catástrofes ambientais no mar. Durante o último trimestre de 2019, as praias e manguezais do Nordeste do Brasil receberam um volume sem precedentes de petróleo bruto do mar, o que foi considerado o pior desastre ambiental já registrado na costa brasileira. O petróleo, ao atingir as praias completamente despercebido, deixou tanto a sociedade quanto os agentes governamentais perplexos sobre a origem do petróleo e quanto petróleo ainda havia no oceano para alcançar as praias (Nobre et al., 2022). Ao explorar dados de sensoriamento remoto e modelagem numérica oceânica, juntamente com a química de dispersão de petróleo na água do mar, o estudo de Nobre et al. (2022), investigou a possível origem e trajetória do derramamento, constando que a origem foi a leste de Paraíba e indicando também, a probabilidade de ele ter sido transportado em direção à costa abaixo da superfície oceânica.

As políticas públicas devem ser implementadas com urgência para promover o desenvolvimento sustentável e uma sociedade resiliente aos riscos climáticos (Dantas et al., 2022). As cidades devem desenvolver ações que reduzam o risco de inundações diante de eventos extremos de chuva (Fava et al., 2022; Silva et al., 2022). De acordo com Ferreira et al. (2023) previsões climáticas futuras sugerem que várias áreas urbanas apresentarão maiores problemas sociais e ambientais nas próximas décadas, o que torna o planejamento estratégico urgente e necessário para uma adaptação sustentável em todos os sentidos, ou seja, econômico, social e ambiental.

A vulnerabilidade das áreas urbanas a eventos extremos, particularmente chuvas intensas, é um problema conhecido e amplamente discutido (Silva et al., 2022). Algumas



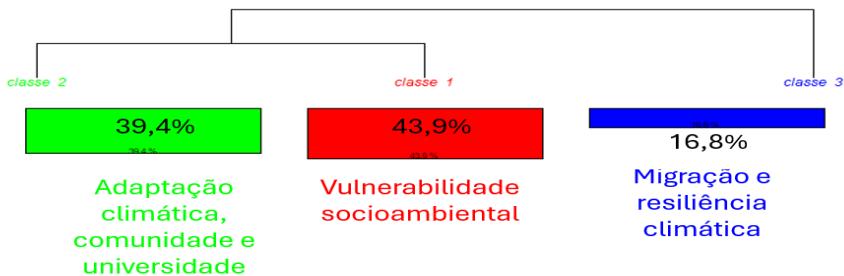
cidades do sul global, tiveram um histórico de rápido desenvolvimento urbano sem planejamento ambiental ao longo do século XX, tornando urgente a necessidade de expandir a infraestrutura verde, especialmente com a conexão de fragmentos florestais ao tecido urbano (Ferreira et al., 2023). O cenário futuro de infraestrutura, planejamento urbano, sistemas construtivos e gestão de riscos deve evoluir para minimizar as repercuções destes desastres naturais (Buszta et al., 2023).

O planejamento e a gestão inadequados do espaço urbano contribuem para aumentar o risco de inundação para a população devido ao assentamento habitacional em áreas íngremes ou de planície de inundação e áreas excessivamente impermeáveis e, consequentemente, maior geração de escoamento (Fava et al., 2022). As catástrofes naturais a longo prazo também podem provocar o aumento dos sem-abrigo e da migração, resultando muitas vezes na deslocação em massa de pessoas que perdem as suas casas e o seu ambiente de vida (Buszta et al., 2023). Os aumentos globais na urbanização e na densidade populacional exigem uma melhoria das cidades na capacidade de adaptação às mudanças climáticas, uma melhor medição e modelagem de eventos hidrometeorológicos e tempos de resposta mais curto a eventos climáticos extremos (Silva et al., 2022).

A análise dos estudos revela a gravidade dos impactos causados pelas mudanças climáticas e como os impactos podem ser ainda piores no futuro. Portanto, é urgente implementar políticas públicas eficazes para diminuir a emissão de gases do efeito estufa, diminuir desmatamento e demais ações que prejudicam o meio ambiente, bem como proteger a população em áreas de maior risco e focar em um planejamento urbano que seja verdadeiramente sustentável. Além disso, é preciso mitigar os efeitos adversos sobre a saúde e bem-estar social de toda a população, o que requer um compromisso global e ações concretas por parte dos governos para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e promover resiliência.

#### 4.2 Classe 2: políticas e ações de prevenção e mitigação

Na classe 2, observou-se que existem três subclasses (figura 6). Observa-se que existe uma relação mais forte entre os estudos de adaptação climática e os de vulnerabilidade socioambiental e ambos se relacionam com os estudos de migração e resiliência climática. Além disso os estudos das Classes 1 e 2 são mais expressivos em quantidade.



**Figura 6:** Dendrograma da classe 2 – Políticas e ações de prevenção e mitigação

Fonte: dados da pesquisa.

Para compreender essas relações estabelecidas explorar os temas abordados na amostra selecionada realizou-se então a análise narrativa dos conteúdos. Observou-se que na era contemporânea os desastres, mesmo os ditos naturais são descritos, como eventos que embora de alguma forma desencadeados por fenômenos naturais só atingem a condição de desastres quando são alimentados por vulnerabilidades socialmente reproduzidas. Assim, para regular as complicações decorrentes de um desastre ambiental, a lei de desastres surge como uma resposta diante da necessidade proeminente de uma regulação sensível ao risco e à incerteza quanto à gravidade desses eventos naturais. Percebe-se então que hoje o direito é um dos sistemas cuja ambição é proporcionar capacidade de decisão em cenários extremos dando estabilidade e segurança jurídica ao caos instituído pelos desastres. Isso evidencia que a redução de riscos é uma parte importante da adaptação às alterações climáticas e urgentemente necessária para criar resiliência contra eventos climáticos extremos, especialmente em países vulneráveis (Gonçalves e Silva, 2020; Vettorassi e Amorim, 2021; Trajber et al, 2019).



Mesmo sendo chamados de eventos naturais nascem como resultado de vulnerabilidades físicas e sociais, razão pela qual o direito é responsável por regular as relações sociais que existem antes, durante e depois dos desastres, no entanto tais eventos, são cada vez mais comuns e intensos, ocorrido nos espaços que geralmente apresentam um déficit regulatório nos padrões ambientais. Como resultado os desastres tornam-se um trampolim para a evolução da legislação ambiental ao mesmo tempo que conseguem sensibilizar as autoridades e a opinião pública para a necessidade de uma maior regulação e proteção do ambiente neste contexto o direito às catástrofes torna-se cada vez mais importante a nível mundial (Gonçalves e Silva, 2020).

No Brasil a regulação de desastres ainda é incipiente e aparece discretamente na lei 12.340/2010, no decreto 7.257/2010 e na lei 12.608 2012, além da constituição federal de 1988. Apesar de sua autonomia o direito, relativo aos desastres utiliza os diversos ramos do direito e seus instrumentos para o seu fim específico que é regular as relações de antecipação e resposta a tais eventos, sempre considerando a gestão de riscos. Por essa necessidade de gestão são apresentadas funções estruturantes do direito de desastres quanto à prevenção e mitigação, resposta emergencial, compensação e reconstrução de danos. Ademais, outras questões tipicamente ambientais que envolvem desastres são as questões sociais que deles decorrem, também relevantes, portanto, a sensibilidade climática tende a exercer mais pressão sobre os chamados desastres naturais, mas também pode levar a uma maior desestabilização das relações sociais, intensificando também as possibilidades de aumento dos desastres antropogênicos (Gonçalves e Silva, 2020).

Muitos municípios que elaboram seu plano diretor e utilizam o mapeamento de riscos para estabelecer o macrozoneamento e o planejamento espacial pecam na falta de diálogo entre os órgãos técnicos e políticos o que impede a integração das políticas que possam efetivamente abordar as questões das mudanças climáticas. Esta limitação é desfavorável para a gestão das mudanças climáticas ou dos riscos e desastres relacionados que afetam o Brasil, como secas, inundações, deslizamentos de terra, erosão costeira e ressacas (Torres et al, 2020).



Por outras palavras, os desastres são o resultado de uma combinação dos fatores físicos e sociais que dão origem a eventos de dimensões suficientemente graves que afetam vidas humanas, bens, serviços e recursos ambientais. Além disso, a intervenção do direito diante dos desastres ambientais é legítima, pois parece estar além de infortúnios aleatórios como verdadeiras e graves consequências das injustiças socioambientais acumuladas pela omissão e negligência (Gonçalves e Silva, 2020).

O planeamento das alterações climáticas é ineficaz a nível regional, apesar da existência de um instrumento de planejamento formal, muitos municípios também não seguem as políticas estatais sobre as alterações climáticas ou mesmo políticas a nível local. Portanto a identificação de áreas prioritárias onde a vulnerabilidade é maior deve orientar os decisores no desenvolvimento de estratégias para as alterações climáticas, sobretudo no contexto das crises financeiras globais onde persistem a falta de investimentos em todas as áreas e a capacidade institucional limitada para reagir aos efeitos climáticos extremos (Torres et al, 2020).

Os problemas que surgem estão associados não apenas as questões legais, pois estas normalmente são respostas às necessidades. Tais desafios nascem associadas às infraestruturas sociais, na verdade, embora os efeitos biológicos e climáticos sejam reconhecidos, não são priorizados, portanto, o envolvimento com os impactos que surgirão dos efeitos climáticos e dos desastres continua a ser um desafio. Diante disso já é evidente que quando guiados pelas percepções da comunidade, é possível obter progresso em atividades dedicadas à redução do risco de catástrofes. Isso é relevante pois permite o desenvolvimento de sistemas de e monitoramento participativo das condições ambientais além do mapeamento participativo das regiões de fragilidade e vulnerabilidade social (Pereira et al, 2023).

Desastres ambientais e as mudanças climáticas resultaram em um fluxo significativo de pessoas que imigraram para busca de um ambiente seguro e saudável para sua sobrevivência. Este cenário tem se tornado cada vez mais frequente, motivo pelo qual a comunidade internacional está especialmente preocupada com essas pessoas principalmente nos casos em que há uma destruição significativa da infraestrutura do país



que dificilmente será reconstruída ou quando há uma subida do nível do mar que impossibilita a permanência das pessoas no país afetado. Quando uma área é completamente destruída por um desastre ambiental que impossibilite a permanência humana, uma vez que não existem condições dignas de sobrevivência, a vulnerabilidade dessas pessoas é clara e elas precisam de proteção efetiva do estado pois foram afetados por um problema que não é só deles, mas também de responsabilidade global principalmente porque parte desse problema se deve à ausência de um desenvolvimento sustentável (Gonçalves e Silva, 2020; Vettorassi e Amorim, 2021).

Porém não se pode abordar conceitos como vulnerabilidade e migração ambiental sem compreender como o capitalismo atua como uma forma de organização entre a sociedade humana e o meio ambiente em geral numa tentativa de se apropriar de tudo, o capitalismo depende de várias estratégias de redução de custos, o crescimento econômico, à medida que ocorre, depende de alimentos baratos, energia barata, materiais baratos e vidas baratas que abrangem principalmente as população marginalizada e vítima de preconceitos como os pobres, os que enfrentam o racismo e os que são forçados a migrar, por exemplo (De Paula e Freire de Melo, 2021).

O conceito de vulnerabilidade é dividido de diferentes maneiras, como físico, ambiental, social, demográfico e económico, o que significa que, dependendo de alguns elementos, algumas pessoas podem ser mais vulneráveis a desastres ou, de outra forma, a capacidade de responder a eles. Dentro deste contexto de migração ambiental, não se desenvolveram estratégias específicas, desse modo seus avanços ainda exigem que as normas e políticas nacionais estejam sincronizadas com as diretrizes internacionais, o que permitirá preencher a lacuna de proteção das pessoas no contexto de catástrofes e alterações climáticas. A migração pode ser vista como uma adaptação, pois pode reduzir as pressões populacionais em locais propensos a riscos climáticos, diversifica fontes de rendimento que podem aumentar a resiliência das comunidades e as remessas podem fornecer apoio na sequência de eventos climáticos (Yamamoto, Serraglio e Cavedon-Capdeville, 2018; De Paula e Freire de Melo, 2021).



Portanto, a percepção dos desastres ambientais e dos deslocamentos ambientais varia. Antes de discutir a interação entre estes conceitos e a mobilidade humana, é importante considerar a sua interação com a ecologia mundial. Tanto o risco como a vulnerabilidade estão relacionados com as condições físicas, mas o seu impacto real está ligado à estrutura histórica da desigualdade. Os governos do Sul global eliminam políticas ambientais cruciais para se adaptarem a esta dinâmica, criando uma situação constante de vulnerabilidade, seja em áreas rurais dominadas pelo agronegócio ou em áreas urbanas densas, mas, com infraestrutura precária. Todos esses elementos interferem nos processos de mobilidade ambiental como demonstram os relatórios 2010 -2019 (De Paula e Freire de Melo, 2021).

Existe uma variedade de fluxos nos países latino-americanos causados principalmente por inundações, tempestades tropicais ou desastres tecnológicos como visto em mariana no Brasil, no entanto, também é importante destacar o papel dos desastres de início lento, que também têm impacto na região, embora a sua contabilização seja muito mais complicada, como tem sido o caso no Nordeste do Brasil há muitas décadas. Isso ilustra que os desastres na américa latina estão relacionados ao modo de exploração monopolista e em investigações mais específicas pode se ver os impactos nas populações vulneráveis climatologicamente, em vez de desastres geofísicos correspondendo a uma taxa menor (De Paula e Freire de Melo, 2021).

Embora as alterações climáticas afetem a população de forma geoespacial e não criem diretamente doenças, a investigação científica prova a ligação entre as alterações climáticas e a saúde, além de destacar o fardo acrescido das doenças sensíveis ao clima, apontando alterações nos padrões epidemiológicos típicos ligados aos grupos de risco. As alterações climáticas têm esse impacto na saúde como um todo e na propagação de doenças transmitidas por vetores em particular. As ações humanas acumuladas desde a revolução industrial são a principal causa da crise ambiental que se enfrenta hoje. As consequências das alterações climáticas na saúde são inevitáveis e provavelmente tornar-se-ão mais intensas no futuro, especialmente nos países pobres, onde a capacidade de adaptação é limitada pelo acesso restrito aos recursos e à tecnologia (Leal Filho et al, 2018).



Pode-se, no entanto, considerar os efeitos positivos na saúde das populações se considerarmos medidas de mitigação e adaptação para fazer face às alterações climáticas e aos seus impactos diretos e indiretos na saúde, que podem criar melhores condições sociais e ambientais. Portanto se entende que as características individuais e a elaboração de políticas de uma região afetada podem influenciar os riscos e resultados para a saúde de ambas as formas, positiva e negativamente. Se faz necessário destacar que todos os tópicos apresentados até aqui como vulnerabilidades demográficas e socioeconómicas, a dinâmica social e demográfica das populações, as movimentações e migrações em busca de resiliência tornam possível compreender a variabilidade da sua exposição às consequências das alterações climáticas de acordo com as características individuais de uma população, como a idade, o género, o estado de saúde e suas características migratórias (Leal Filho et al, 2018).

A pandemia da COVID-19, também, evidenciou a vulnerabilidade ambiental, com as pessoas enclausuradas um tempo significativo em ambientes insalubres, necessitando da construção e operação de edifícios ecológicos. No entanto, as pessoas em situação de vulnerabilidade continuam suscetíveis a diversas doenças devido a fatores socioeconômicos. A compreensão desses fatores pode ajudar a garantir a saúde e o bem-estar durante eventos extremos, limitando os riscos para a saúde na habitação, especialmente entre grupos vulneráveis. A pandemia impactou negativamente a saúde mental devido ao isolamento, aumento do estresse e ansiedade. A pandemia da COVID-19 teve um impacto significativo na economia global e na segurança alimentar, com as condições climáticas causando o aumento dos preços dos alimentos e afetando negativamente os consumidores. As políticas agrícolas adaptativas devem incorporar medidas de gestão de riscos. A resiliência requer conhecimento intensivo e investimento em pesquisa. Como os sistemas não estão preparados para a resiliência climática, as infraestruturas básicas como saúde, educação, transporte e logística são frágeis, e as interações aumentam o potencial de impactos em cascata em várias áreas da sociedade, especialmente em áreas onde esses sistemas são frágeis. Toda a fragilidade causada pela pandemia intensificou a mobilidade ambiental, contudo sem o planejamento adequado (Boechat e Ribeiro, 2021).



A realocação planejada pode representar uma oportunidade para diversificar as formas de deslocamento para novas áreas e pode ser usada para aumentar a resiliência embora, a maioria das referências à migração no mundo centra-se nos impactos negativos das alterações climáticas e pretende limitar a migração rural para a urbana, embora alguns identifiquem a relocalização planejada para evitar impactos futuros. Contudo, faltam estratégias para prevenir a mobilidade humana enquanto argentina Bolívia, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela ainda estão elaborando seus planos enquanto Brasil, Colômbia e Chile já desenvolveram os seus. (Yamamoto, Serraglio e Cavedon-Capdeville, 2018).

Ressalta-se que a falta de planejamento nessa realocação pode causar problemas urbanos além da mobilidade. Um que se destaca se refere ao abastecimento de água. devido ao crescimento populacional, à rápida urbanização e às alterações climáticas, muitas empresas de abastecimento de água em todo o mundo lutam para fornecer água que seja segura para beber. Observa-se que a migração e o deslocamento afetam não apenas as pessoas mais pobres, mas também as populações assentadas em áreas de risco, demonstrando uma perspectiva reativa sobre a migração, além do Chile associar eventos hidrometeorológicos extremos ao aumento de doenças infecciosas e lesões alérgicas que levam à migração (Shim, Berrettini e Park, 2022; Yamamoto, Serraglio e Cavedon-Capdeville, 2018; Vettorassi e Amorim, 2021).

Neste contexto é importante notar que o plano brasileiro é o único a mencionar a migração como uma possível estratégia de adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas o plano nacional de adaptação lançado em maio de 2016 reconheceu que o aumento da temperatura pode aumentar o risco de eventos extremos em diversas regiões do Brasil, como secas e inundações, que podem causar deslocamento de pessoas das áreas afetadas porém, não explica como a migração pode ser considerada uma estratégia de adaptação. Portanto, para obter avanços mais substanciais, é necessário que as normas e políticas nacionais estejam alinhadas com as diretrizes internacionais, o que permitirá preencher as lacunas identificadas na proteção das pessoas no contexto de catástrofes e alterações climáticas (Yamamoto, Serraglio e Cavedon-Capdeville, 2018).



São diversos os tipos de refugiados pois incluem aqueles cujas terras estão ficando desertas, os que tentam escapar de ambientes tóxicos, aqueles cujos reservatórios de água estão secos e aqueles cujas terras foram submersas pela elevação do nível do mar, dentre “fugitivos” de outros eventos climáticos. Isso evidencia que a discussão sobre os refugiados ambientais se torna cada vez mais necessária à medida que as alterações climáticas se revelam rotineiramente mais abruptas e imprevisíveis, além do aquecimento global demonstrar as suas graves consequências, a posição assumida pela ONU não mudará imediatamente (Vettorassi e Amorim, 2021).

Entretanto, qualquer ação por parte política do poder público precisa ser pautada em decisões tomadas da perspectiva técnica e social além de ter o envolvimento da sociedade civil, sobretudo aquelas em situação de vulnerabilidade social. Destaca-se o potencial das escolas para se tornarem centros de redução do risco de desastres em áreas vulneráveis e potências de interação com a sociedade civil. No entanto, quando a redução do risco de desastres é integrada nos currículos, isso acontece muitas vezes de uma forma unidirecional que normaliza o conhecimento científico e impede os processos dialógicos, onde o envolvimento dos jovens no desenvolvimento da redução do risco de desastres foi documentado, os relatórios mostram as suas valiosas perspectivas e mudam a narrativa dos jovens como vítimas para protagonistas na adaptação às alterações climáticas (Trajber et al, 2019).

Contudo existem desafios de implementação de políticas em nível local e escopo para avaliar a eficácia da gestão de risco de desastres e implementação de políticas de adaptação em níveis estaduais e locais. São evidentes as ineficiências observadas nos processos de adaptação da gestão quando estão concentradas em áreas de alta governança dos governos estaduais e municipais e decorrem da reduzida capacidade organizacional e técnica das comunidades locais, resultando na aplicação negligente de medidas e recursos para enfrentar os riscos climáticos (Costa, 2020).

Existe uma compreensão crescente dos benefícios dos processos integrados de gestão de risco de desastres, fortalecendo as ações de prevenção, preparação e mitigação pré-desastres, em oposição à resposta reativa pós-desastres e aos processos de recuperação não sustentada. No entanto, podem existir barreiras na implementação de



políticas e estratégias de adaptação, que ficam carentes de recursos e questões de governação, uma vez que a adaptação ocorre a diferentes níveis da sociedade, incluindo a nível local e em vários contextos diferentes (Costa, 2020).

Ferreira et al. (2023) analisaram a resposta de São Paulo às mudanças climáticas. O estudo destaca o impacto do êxodo rural no século XX, que levou à ocupação irregular de terras públicas na cidade, gerando bairros sem infraestrutura adequada. Segundo dados de 2010, o Brasil possui mais de 84% da população urbana, contra 31% na década de 1940. Esse cenário contribui para a perda de áreas verdes e intensifica os contrastes sociais nas cidades. As políticas públicas, definidas como normas que direcionam o desenvolvimento urbano, devem considerar tanto os anseios da sociedade civil quanto os interesses do poder público. O objetivo é garantir o bem-estar coletivo, a segurança dos cidadãos e o equilíbrio ambiental. No entanto, o desenvolvimento urbano do século XX priorizou aspectos econômicos em detrimento de preocupações socioambientais (Ferreira et al., 2023).

Contudo apenas as políticas públicas são insuficientes se a população não estiver empoderada e letrada nas questões de vulnerabilidade ambiental, mudanças climáticas, desastres ambientais e resiliência climática. Porém esse letramento só sera possível por meio de uma educação ambiental climática. Nessa perspectiva o estudo de Rollenston et al (2023) indica que inicialmente os espaços formais – escolas, universidades etc. – são espaços adequados para começar esse letramento. Isso ocorre pois, sobretudo nas universidades, é possível a realização de projetos de engajamento desses alunos. A pesquisa ainda ressalta que os jovens mais expostos aos impactos das mudanças climáticas são mais ativos, principalmente no dispersar do conteúdo aprendido no espaço formal, dentro de suas comunidades o que não apenas promove a compreensão das questões climáticas como permite as ações locais das próprias comunidades para limitar o impacto ambiental gerado por essas mudanças (Rollenston et al, 2023).

Uma política que tem se destacado está relacionada as energias renováveis. O aquecimento induzido pelo homem foi regulado por convenções globais que limitam as emissões de carbono e o aumento da temperatura mundial, como o Acordo de Paris que



visa uma faixa de 2 graus acima do nível pré-industrial. Isto levou a mudanças políticas nacionais significativas para estratégias energéticas mais sustentáveis. Entretanto para um conjunto energético sustentável deve-se, em primeiro lugar, ser realizado através de intervenções políticas para eliminar gradualmente as fontes relacionadas com o carbono, incluindo o gás natural no conjunto energético, onde este esforço complementará os instrumentos existentes para melhorar a segurança nacional. No cenário brasileiro, mesmo que a pequenos passos essa é uma política ambiental que tem avançado, apesar do país ainda depender de termoelétricas em períodos seca no país (Weng et al, 2020).

Mas quando se fala de sistemas de energias renováveis as principais barreiras parecem ser os componentes, mão-de-obra qualificada, equipamentos, instrumentos mecânicos, conhecimentos hidráulicos no solo e na água, bioengenharia e pedologia. Sendo assim os principais fatores de apoio em sistemas de energias renováveis são o monitoramento de materiais, a manutenção da sustentabilidade e a replicabilidade. Nesse contexto se destaca a técnica Soil Water Bioengineering (SWBE). Os impactos da implementação de medidas SWBE no local de implantação vão desde o aumento da segurança e dos benefícios ambientais até o apoio contínuo aos serviços ecossistêmicos outras vantagens ecológicas, aumentando a biodiversidade da flora e da fauna, bem como o aumento da consciência relativamente à proteção do ambiente, também podem ser alcançadas. a tabela 3 descreve os impactos das soluções SWBE (Maxwald et al, 2020).

Dentro das regiões urbanas, soluções de engenharia civil para qualquer tipo de problema de erosão ainda são preferidas também devido à falta de conhecimento sobre a capacidade dos Soluções Baseadas na Natureza (NBS) AS quais são as possibilidades de transferir o conhecimento do SWBE para o local de captação. Esses conceitos e técnicas precisam ser inseridos na sociedade por meio da educação ambiental, sobretudo devem ser implementados em universidades, órgãos públicos ou em empresas de construção, e assim permitir a disseminação desse conhecimento para sociedade civil (Maxwald et al, 2020).

É inegável que as questões energéticas permeiam as políticas públicas, abordadas anteriormente, e a necessidade, não apenas de estruturar políticas estaduais e municipais focadas na eficiência energética e na sustentabilidade, mas também de coordenar essas



políticas, bem como os planos, programas e projetos resultantes. A união e os estados federados, e não os municípios, são responsáveis por todas as fontes de energia, regulação da produção e distribuição, portanto, as ações dos municípios neste campo são restritas principalmente ao consumo de energia. Isso também destaca a importância estratégica dos planos de mobilidade urbana e de transporte público em suas diversas modalidades, para o controle de emissões em todas as escalas. Assim os dois principais pontos de conexão entre os inventários nacionais e estaduais, respectivamente, os setores de agricultura e uso da terra apresentam pouco peso como fontes de emissão nos inventários locais e, esta circunstância, no entanto, não autoriza descartar estes setores como focos de políticas públicas também em nível local especialmente considerando os serviços ambientais prestados pelas áreas de proteção ambiental e o papel preventivo da degradação ambiental que pode ser desempenhado pela agricultura sustentável nas periferias urbanas das grandes cidades e outros espaços de vulnerabilidade socioambiental (Sotto et al, 2019).

Sendo assim, comprehende-se que a disponibilidade de conhecimentos sobre a vulnerabilidade e resiliência de diversas áreas urbanas através de métodos simples de detecção remota – aqui Cerbaro et al (2022) sugerem o uso de *Green Stormwater Infrastructure* (GSV) – pode fornecer evidências valiosas para decisões sobre investimentos em infraestruturas críticas em áreas com baixa capacidade para lidar com eventos climáticos. Para isso é necessário compreender a resiliência em termos de dimensões e assim determinar de onde podem vir os principais contribuintes para a resiliência ou a falta dela. Isso porque são visíveis as diferenças de adaptação, portanto, as áreas mais ricas dispõem de mais ativos que ajudam na resiliência, mas alguns deles podem ser vulneráveis aos danos causados pelas inundações as áreas mais pobres, por exemplo, onde não há recursos que ajudem na adaptação (Cerbaro, 2022).

Quando comparado a outros países, o Brasil é um país de renda média alta com desenvolvimento médio alto. Por exemplo, Camarões é um país de baixa renda com desenvolvimento médio baixo enquanto o Uruguai é um país de renda alta com desenvolvimento médio alto. Na verdade, o Brasil e o Uruguai apresentam melhores



indicadores socioeconômicos e de desenvolvimento, por exemplo, o PIB, a pobreza, a equidade, o IDH do que os Camarões e o Bangladesh, enquanto o Uruguai apresenta um bom funcionamento do governo, indicadores de prontidão para governação e de prosperidade. Apesar da melhoria socioeconômica do Brasil, o funcionamento do governo brasileiro está abaixo da média global piorando seus indicadores de vulnerabilidade e prontidão para tender possíveis desastres, o que demonstra a necessidade de políticas públicas mais pontuais e uma atuação do governo mais efetiva no combate a vulnerabilidade e na oferta de resiliência climática aos brasileiros (Leal Filho, 2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do estudo foi descrever o estado da arte acerca dos desastres ambientais decorrentes das mudanças climáticas no Brasil. Esse objetivo foi alcançando por meio da revisão sistemática da bibliografia encontrada na Wos. Compreendeu-se que as publicações se dividem em dois troncos principais, Políticas e ações de prevenção e mitigação e um segundo sobre as Tipologias de desastres e suas causas.

Ressalta-se que cada tronco se ramifica em lacunas. O primeiro tem quatro ramos: 1) eventos e desastres relacionados ao solo; 2) eventos e desastres relacionados a água; 3) eventos e desastres relacionados as florestas; 4) estudos e simulações de cenários futuros. Já o segundo possui três ramos: 1) vulnerabilidade socioambiental; 2) adaptação climática, comunidade e universidade; 3) migração e resiliência climática.

Esses são os principais resultados obtidos com a pesquisa e a análise de conteúdo gerada pelo *Iramuteq*. É necessário, contudo, reforçar a necessidade de mais pesquisas nessa área, a fim de compreender as relações entre os dois troncos encontrados e suas ramificações – bem como as relações entre os ramos, uma vez que mesmo que os trabalhos analisados tenham direcionamento para uma ou outra não deixam de abordar – mesmo que brevemente – dimensões das outras classes encontradas. Isso demonstra que as mudanças climáticas, excepcionalmente no Brasil, precisam ser compreendidas como fenômeno de múltiplas dimensões, desde físicas, químicas e meteorológicas até as socioeconômicas, políticas e culturais.



Certamente houve limitações neste estudo, como a limitação de apenas uma base de dados. Contudo estas limitações podem ser superadas em trabalhos futuros, tomando este estudo como base, é possível ampliar a escala para outras bases de dados. A ampliação na coleta de dados não facilitará apenas a ampliação, mas, também a própria análise dos resultados obtidos. Outra limitação foi a análise apenas de artigos relacionados com as ODS, será interessante analisar artigos sem essa abordagem para confirmar se os resultados encontrados, estão em conformidade com os analisados neste estudo. Ressalta-se, mais uma vez, que este estudo contribui como subsídio para estas futuras pesquisas, uma vez que a análise das mudanças climáticas enquanto fenômeno demonstra ser multidisciplinar, abraçando aspectos de diversas ciências onde uma pode até mesmo adaptar métodos da outra. Por fim, reforça-se a necessidade de compreensão das mudanças climáticas para atender as necessidades humanas de adaptação e resiliência frente aos eventos extremos que atingem cada vez mais os assentamentos humanos de todos os tipos e escalas.

## REFERÊNCIAS

- ALAHUHTA, Janne. et al. Global variation in the beta diversity of lake macrophytes is driven by environmental heterogeneity rather than latitude. **Journal Of Biogeography**, [S.L.], v. 44, n. 8, p. 1758-1769, 27 fev. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jbi.12978>
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BOECHAT, Lívia Preti; RIBEIRO, Wagner Costa. O Mecanismo Internacional de Varsóvia para Perdas e Danos: uma análise de seu primeiro ciclo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 58, p. 830-849, 14 dez. 2021. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v58i0.73444>.
- BRANDO, Paulo. et al. Amazon wildfires: scenes from a foreseeable disaster. **Flora**, [S.L.], v. 268, n. , p. 1-13, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2020.151609>.
- BUSZTA, Julia, et al. Historical Analysis and Prediction of the Magnitude and Scale of Natural Disasters Globally. **Resources**, [S.L.], v. 12, n. 9, p. 106, 5 set. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/resources12090106>.
- BYERS, E. et al. Global exposure and vulnerability to multi-sector development and climate change hotspots. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 5, p. 055012, 2018.



CAMPANHARO, Wesley A. et al.. Translating Fire Impacts in Southwestern Amazonia into Economic Costs. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 11, n. 7, p. 764, 29 mar. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs11070764>.

CARTIER, R. et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 12, p. 2695-2704, dez. 2009.

CERBARO, C. et al. Investigating the Role of Green Stormwater Infrastructure in Enhancing Resilience to Climate Change. **Sustainability**, v. 14, n. 4, p. 2276, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2276>. Acesso em: 3 maio 2025.

COSTA, Carlos Germano Ferreira. Climate resilience building in Semi-Arid Lands (SALs): institutional weaknesses and strengths in subnational governments in brazil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 55, n. 1, p. 644-672, 17 dez. 2020. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v55i0.73354>.

DANTAS, Leydson G. et al. Future Changes in Temperature and Precipitation over Northeastern Brazil by CMIP6 Model. **Water**, [S.L.], v. 14, n. 24, p. 4118, 16 dez. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w14244118>.

DE PAULA, M. A. S.; FREIRE DE MELO, R. Mudanças climáticas e migrações: o impacto de uma abordagem baseada em direitos humanos. **Revista de Direito da Cidade**, v. 13, n. 2, p. 1185-1210, 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7979896>. Acesso em: 3 maio 2025. SIC Notícias+12Soberania e Clima+12icjp+12

DISD. Compreensão da Vulnerabilidade Rural a Desastres Naturais: Planos de Mitigação, Processo de Planejamento e Resultados—Universidade da Carolina do Norte em Chapel Hill. 2013. Disponível online: <https://portal.nifa.usda.gov/web/crisprojectpages/0222809-understanding-rural-vulnerability-to-natural-hazards-mitigation-plans-planning-process-and-outcomes.html>. Acesso em: 28 fev. 2024.

FAVA, Maria Clara. Et al. Linking Urban Floods to Citizen Science and Low Impact Development in Poorly Gauged Basins under Climate Changes for Dynamic Resilience Evaluation. **Water**, [S.L.], v. 14, n. 9, p. 1467, 4 maio 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w14091467>.

FERREIRA, Igor J. M. et al. Assessment of fire hazard in Southwestern Amazon. **Frontiers In Forests And Global Change**, [S.L.], v. 6, p. 1-17, 31 mar. 2023. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/ffgc.2023.1107417>.



FERREIRA, Maurício Lamano. Et al. Urban Forests, Territorial Planning and Political Stability: key factors to face climate change in a megacity. **Sustainability**, [S.L.], v. 15, n. 13, p. 10092, 26 jun. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su151310092>.

FONSECA, C. S. da; AMARAL, V. S. do; NAVONI, J. A. IMPACTO ANTRÓPICO NOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE: uma análise geoespacial de vulnerabilidade ambiental. **Caderno Prudentino de Geografia**, [S. I.], v. 1, n. 46, p. 49–67, 2024. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/9293>. Acesso em: 20 abr. 2024.

GARCIA E SILVA, W. H. ; COSTA SILVA, R. G. da. A agricultura familiar como protagonista na produção de alimentos em rondônia: Family farming as a key player in food production in Rondônia. **Revista Geonorte**, [S. I.], v. 15, n. 47, p. 98–113, 2024. DOI: 10.21170/geonorte.2024.V.15.N.47.98.113. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/13503>. Acesso em: 5 mar. 2024.

GONÇALVES, Rubén Miranda; SILVA, Letícia Mirelli Faleiro e. DESPLAZAMIENTOS FORZADOS EN EL DESARROLLO DE DESASTRES AMBIENTALES: la violación de los derechos humanos como requisito previo para el reconocimiento del refugio ambiental en brasil. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, [S.L.], v. 17, n. 37, p. 11-34, 13 maio 2020. Editora Dom Helder. <http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v17i37.1606>.

HEINRICH, Viola H. A. et al. Large carbon sink potential of secondary forests in the Brazilian Amazon to mitigate climate change. **Nature Communications**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-11, 19 mar. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-021-22050-1>.

HERRERA, Manuel. Et al.. Creating extreme weather time series through a quantile regression ensemble. **Environmental Modelling & Software**, [S.L.], v. 110, p. 28-37, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.03.007>.

IPCC Climate. Impacts, adaptation and vulnerability. Summary for policymakers. **Ipcc, no**, p. 37, 2022.

JOHNSTON, R.B. Arsenic and the 2030 Agenda for Sustainable Development. In Arsenic Research and Global Sustainability - Proceedings of the 6th International Congress on Arsenic in the Environment, AS 2016, Stockholm, Sweden, June 19–23, 2016; CRC Press/Balkema: Leiden, The Netherlands; pp. 12–14.



LEAL FILHO, Walter. et al Climate change and health: an analysis of causal relations on the spread of vector-borne diseases in brazil. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 177, p. 589-596, mar. 2018. Elsevier BV.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.144>.

LEAL FILHO, Walter. Et al. Fostering coastal resilience to climate change vulnerability in Bangladesh, Brazil, Cameroon and Uruguay: a cross-country comparison. **Mitigation And Adaptation Strategies For Global Change**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 579-602, 22 jun. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11027-017-9750-3>.

LI, Sihan. Et al. Anthropogenic climate change contribution to wildfire-prone weather conditions in the Cerrado and Arc of deforestation. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 16, n. 9, p. 094051, 1 set. 2021. IOP Publishing.  
<http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/ac1e3a>.

MARENGO, Jose A. et al. Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, Causes, and Impacts. **Frontiers in Water**, v. 3, 2021.  
<https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>

MAXWALD, Melanie, et al. Soil and Water Bioengineering Applications in Central and South America: a transferability analysis. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 24, p. 10505, 15 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su122410505>.

MCPHILLIPS, L. E. et al. Defining extreme events: A cross-disciplinary review. **Earth's Future**, v. 6, n. 3, p. 441-455, 2018.

NOBRE, Paulo. Et al. The 2019 northeast Brazil oil spill: scenarios. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S.L.], v. 94, n. 2, p. 1-23, 2022. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765202220210391>.

Organização das Nações Unidas (ONU). **Transformando Nossa Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York, 2015.

PEREIRA, Rafael Damasceno. Et al. Traditional and local communities as key actors to identify climate-related disaster impacts: a citizen science approach in southeast brazilian coastal areas. **Frontiers In Climate**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 1-16, 14 nov. 2023. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fclim.2023.1243008>.

RESTREPO-ESTRADA, Camilo. Et al. Geo-social media as a proxy for hydrometeorological data for streamflow estimation and to improve flood monitoring. **Computers & Geosciences**, [S.L.], v. 111, p. 148-158, fev. 2018. Elsevier BV.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cageo.2017.10.010>.



RIBEIRO, Flavio Lopes. Et al. The impact of drought on soil moisture trends across Brazilian biomes. **Natural Hazards And Earth System Sciences**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 879-892, 9 mar. 2021. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-21-879-2021>.

RIBEIRO, Marcos Samuel Matias. Et al. ENVIRONMENTAL DISASTERS IN NORTHEAST BRAZIL: hydrometeorological, social and sanitary factors. **Weather, Climate, And Society**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 541-554, 23 mar. 2021. American Meteorological Society. <http://dx.doi.org/10.1175/wcas-d-20-0132.1>.

ROLLESTON, Caine. Et al. Aiming Higher? Implications for Higher Education of Students' Views on Education for Climate Justice. **Sustainability**, [S.L.], v. 15, n. 19, p. 14473, 4 out. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su151914473>.

SHABANI, Farzin, et al. Invasive weed species' threats to global biodiversity: future scenarios of changes in the number of invasive species in a changing climate. **Ecological Indicators**, [S.L.], v. 116, p. 106436, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106436>.

SHIM, Kyudae; BERRETTINI, Eduardo; PARK, Yong-Gyun. Smart Water Solutions for the Operation and Management of a Water Supply System in Aracatuba, Brazil. **Water**, [S.L.], v. 14, n. 23, p. 3965, 5 dez. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w14233965>.

SILVA, Bruce Kelly da Nóbrega. Et al. Proposal of an Agricultural Vulnerability Stochastic Model for the Rural Population of the Northeastern Region of Brazil. **Climate**, [S.L.], v. 11, n. 10, p. 211, 20 out. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/cli11100211>.

SILVA, Camila V J. et al. Estimating the multi-decadal carbon deficit of burned Amazonian forests. **Environmental Research Letters**, [S.L.], v. 15, n. 11, p. 114023, 21 out. 2020. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/abb62c>.

SILVA, Elton John Robaina da. Et al. Comparison of Rain Gauge Network and Weather Radar Data: case study in angra dos reis, brazil. **Water**, [S.L.], v. 14, n. 23, p. 3944, 4 dez. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w14233944>.

SOTTO, Debora. Et al Aligning Urban Policy with Climate Action in the Global South: are brazilian cities considering climate emergency in local planning practice?. **Energies**, [S.L.], v. 12, n. 18, p. 3418, 5 set. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/en12183418>.

STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855, 2015.



SUN, Qing. Et al. Coupling Process-Based Crop Model and Extreme Climate Indicators with Machine Learning Can Improve the Predictions and Reduce Uncertainties of Global Soybean Yields. *Agriculture*, [S.L.], v. 12, n. 11, p. 1791, 28 out. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture12111791>.

TORRES, Pedro Henrique Campello. Et al. Vulnerability of the São Paulo Macro Metropolis to Droughts and Natural Disasters: local to regional climate risk assessments and policy responses. *Sustainability*, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 114, 24 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su13010114>.

TRAJBER, Rachel. Et al. Promoting climate change transformation with young people in Brazil: participatory action research through a looping approach. *Action Research*, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 87-107, mar. 2019. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1476750319829202>.

VETTORASSI, Andréa; AMORIM, Orzete. Refugiados ambientais: reflexões sobre o conceito e os desafios contemporâneos. *Revista de Estudios Sociales*, [S.L.], n. 76, p. 24-40, abr. 2021. Universidad de los Andes. <http://dx.doi.org/10.7440/res76.2021.03>.

UNDRR. Disaster Risk Reduction in India: Status Report 2020. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. 2020. Disponível online: <https://www.undrr.org/publication/disaster-risk-reduction-india-status-report-2020>. Acesso em: 05 mar. 2024.

WENG, Wei. Et al. Landscape matters: insights from the impact of mega-droughts on Colombia's energy transition. *Environmental Innovation And Societal Transitions*, [S.L.], v. 36, p. 1-16, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2020.04.003>.

YAMAMOTO, Lilian; SERRAGLIO, Diogo Andreola; CAVEDON-CAPDEVILLE, Fernanda de Salles. Human mobility in the context of climate change and disasters: a south american approach. *International Journal Of Climate Change Strategies And Management*, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 65-85, 8 jan. 2018. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ijccsm-03-2017-0069>.