

AVALIAÇÃO DOS DANOS IMPOSTOS AO SETOR PRIVADO DA ECONOMIA POR EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NO BRASIL

ASSESSMENT OF DAMAGES IMPOSED ON THE PRIVATE SECTOR OF THE ECONOMY BY EXTREME CLIMATE EVENTS IN BRAZIL

Camilli Marques Luiz

Graduanda em Ciências Contábeis
Universidade Federal de Uberlândia

cahluis16@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-7338-087X>

Carlos Roberto Souza Carmo

Doutor pela Univ. Est. Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)
Universidade Federal de Uberlândia

carlosjj2004@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3806-9228>

Resumo:

Esta pesquisa teve como objetivo investigar os prejuízos econômicos causados por acidentes decorrentes de eventos climáticos extremos no setor privado da economia brasileira. Para tanto, foram utilizados métodos estatístico-descritivos aplicados a uma amostra composta por 67.230 registros de ocorrências contidos na Base de Dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil; sendo analisados os tipos mais recorrentes de acidentes, os setores privados da economia mais afetados, as estações do ano em que tais eventos ocorrem com maior frequência, além da evolução das ocorrências e suas possíveis causas. Entre outros achados científicos, essa investigação permitiu observar que, no Brasil, os acidentes decorrentes de chuvas extremas são os mais prejudiciais em termos humanos, enquanto a seca representa a principal fonte de prejuízo econômico, especialmente no setor agropecuário, o que dialoga diretamente com o referencial teórico adotado, que já sinalizava os impactos diferenciados dos eventos extremos. Além disso, foi observado um conjunto de evidências indicativas de um aumento progressivo na frequência e intensidade dos danos, o que permitiu constatar a convergência entre teoria e evidência empírica, de forma a sustentar a conclusão de que os desastres naturais estão se tornando cada vez mais recorrentes e impactantes.

Palavras-chave: efeito estufa; aquecimento global; vulnerabilidade; setor privado.

Abstract:

This research aimed to investigate the economic losses caused by accidents resulting from extreme weather events in the private sector of the Brazilian economy. To this end, descriptive statistical methods were applied to a sample composed of 67,230 records of occurrences contained in the Database of the Digital Atlas of Disasters in Brazil; the most recurrent types of accidents, the most affected private sectors of the economy, the seasons of the year in which such events occur most frequently, in addition to the evolution of the occurrences and their possible causes were analyzed. Among other scientific findings, this investigation allowed us

to observe that, in Brazil, accidents resulting from extreme rainfall are the most harmful in human terms, while drought represents the main source of economic loss, especially in the agricultural sector, which directly dialogues with the theoretical framework adopted, which already indicated the differentiated impacts of extreme events. Furthermore, a set of evidence indicating a progressive increase in the frequency and intensity of damage was observed, which allowed us to verify the convergence between theory and empirical evidence, in order to support the conclusion that natural disasters are becoming increasingly recurrent and impactful.

Keywords: greenhouse effect; global warming; vulnerability; private sector.

1 Introdução

Nas últimas décadas, o debate em torno da questão climática tem ganhado destaque no cenário global, impulsionado principalmente pelos efeitos visíveis do aquecimento global e das alterações nos padrões climáticos. O aumento da temperatura média do planeta, associado à intensificação dos fenômenos atmosféricos, tem provocado consequências diretas sobre os sistemas naturais e humanos, com ênfase nos eventos climáticos extremos — como secas prolongadas, enchentes severas, tempestades intensas e ondas de calor. Esses eventos, anteriormente considerados episódicos, vêm se tornando mais frequentes e intensos, causando impactos significativos em diversos setores da sociedade.

O aquecimento global destaca-se como um dos principais fatores responsáveis por essas transformações, promovendo o aumento das temperaturas médias e a instabilidade dos fenômenos atmosféricos. Esse cenário favorece a ocorrência de eventos climáticos extremos com frequência e intensidade superiores àquelas observadas no passado, resultando em impactos diretos e indiretos sobre a população e sobre os diversos setores da economia.

Entre os efeitos mais preocupantes estão os acidentes decorrentes desses eventos, que comprometem não apenas a segurança e o bem-estar da população, mas também geram prejuízos econômicos expressivos. Esses acidentes constituem consequências diretas e inesperadas de fenômenos como chuvas intensas, secas prolongadas e tempestades, podendo se manifestar sob a forma de enchentes, deslizamentos de terra, incêndios florestais, entre outros. Tais ocorrências causam impactos significativos, com perdas humanas — como mortes e feridos — e danos materiais e financeiros de grande magnitude.

No Brasil, esses eventos têm provocado prejuízos substanciais ao setor privado, afetando especialmente atividades econômicas ligadas à agropecuária. Os danos se expressam tanto em perdas humanas quanto em prejuízos do ponto de vista econômico, incluindo destruição de infraestrutura, danos a propriedades privadas, interrupção da produção e dos serviços, perda de estoques e insumos, aumento de custos operacionais e gastos imprevistos com reparos e ações emergenciais. Esses impactos evidenciam a vulnerabilidade das estruturas produtivas diante da intensificação dos riscos climáticos.

Esta pesquisa teve como objetivo investigar os prejuízos econômicos causados por acidentes decorrentes de eventos climáticos extremos no setor privado da economia brasileira. Para tanto, foram analisados os tipos mais recorrentes de acidentes, os setores da economia privada mais afetados, as estações do ano em que tais eventos ocorrem com maior frequência, além da evolução das ocorrências e suas possíveis causas.

A escolha do tema justifica-se, em primeiro lugar, pela relevância social e econômica da problemática em questão, considerando que tais eventos comprometem vidas humanas e geram perdas significativas para as empresas, sobretudo em regiões mais vulneráveis. Em segundo lugar, a pesquisa permite compreender a frequência, a intensidade e os impactos dos

desastres naturais no Brasil. Por fim, os resultados obtidos oferecem subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas e estratégias empresariais, contribuindo para o enfrentamento dos desafios impostos pelas mudanças climáticas no contexto nacional.

2 Referencial Teórico

O efeito estufa é um fenômeno natural causado por gases que se acumulam na atmosfera retendo o calor solar, fazendo com que a temperatura terrestre aumente (Bhatti *et al.*, 2024; Lima; Hamzagic, 2022; Santos; Pontes, 2022). Ao impedir que o calor seja irradiado para fora da atmosfera terrestre, esses gases elevam a temperatura da Terra, o que resulta no aquecimento global (Agache *et al.*, 2022; Henderson; Sen, 2021; Oliveira; Stakoviaki Júnior, 2024).

Essa retenção térmica é causada por diversos gases, cujos principais são dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, entre outros responsáveis pelo efeito estufa (Agache *et al.*, 2022; Chen; Fu; Chang, 2021; Bhatti *et al.*, 2024). Entre eles, o dióxido de carbono é o mais abundante na atmosfera em decorrência das ações humanas, como o uso de combustíveis fósseis, industrialização, energia e agricultura (Lima; Hamzagic, 2022; Vega *et al.*, 2024; Zheng *et al.*, 2021).

As alterações climáticas decorrentes do aquecimento global afetam a vida na Terra de diversas formas, alguns efeitos notados são a extinção de espécies animais e vegetais, inundações, desertificação, produção de alimentos, entre outros eventos climáticos extremos (Lima; Hamzagic, 2022; Benincasa; Betz; Gattini, 2024; Giordono; Boudet; Gard-Murray, 2020), entre outros efeitos possíveis. Além desses eventos climáticos extremos propriamente ditos, a saúde humana também é afetada com a elevação das temperaturas, ocorre o aumento do estresse oxidativo, problemas respiratórios, doenças cardiovasculares, alergias e outras doenças possíveis (Agache *et al.*, 2022; Bhatti *et al.*, 2024; Bhola *et al.*, 2023).

Um evento climático é considerado normal quando ocorre conforme o esperado para a região e em determinada época do ano, de acordo com os padrões e o histórico climáticos daquela área. Por outro lado, um evento climático é classificado como extremo quando ocorre em locais ou em períodos do ano em que sua ocorrência pode ser considerada atípica, caracterizando-se como um fenômeno climático e/ou meteorológico de grande intensidade, com impactos negativos para a população, a economia e o meio ambiente (Seneviratne *et al.*, 2023; Bolan *et al.*, 2024; Gregory, 2021; Benincasa *et al.*, 2024). Também existem eventos climáticos extremos compostos, que ocorrem quando mais de um evento acontece simultaneamente ou na mesma região, como no caso de calor extremo e seca (Ebi *et al.*, 2021; Seneviratne *et al.*, 2023).

A frequência dos eventos climáticos extremos tem aumentado devido ao aquecimento global provocado pela emissão de gases de efeito estufa, o que também elevou a ocorrência de acidentes relacionados a esses eventos (Gregory, 2021; Liao *et al.*, 2024; Churchill *et al.*, 2024). Os desastres decorrentes desse fenômeno são originados pela interação entre as mudanças climáticas – como chuvas intensas, secas, calor, entre outras – e as características geográficas da região afetada, como relevo, altitude, umidade, bioma, entre outros fatores, alguns exemplos de acidentes são inundações, incêndios florestais e deslizamentos de terra. (Gregory, 2021; Giodorno; Boudet; Gard-Murray, 2020; Seneviratne *et al.*, 2023; Khan *et al.*, 2023).

Embora o aquecimento global seja um fenômeno de escala global, os desastres provocados por ele acontecem de forma local (Bhatti *et al.*, 2024; Giodorno; Boudet; Gard-Murray, 2020). Por exemplo, os deslizamentos de terra ocorrem em áreas com topografia crítica que receberam grandes volumes de chuva (Ferreira, 2024; Konig; Kux; Corsi, 2022), ou seja, é a interação entre o evento climático extremo (chuvas fortes) e fatores locais, como terrenos inclinados, falta de vegetação e solo de baixa aderência, dependendo da localização, esses deslizamentos podem afetar áreas urbanas, gerando grandes consequências. As chuvas intensas

também podem resultar em inundações (Ebi *et al.*, 2021; Seneviratne *et al.*, 2023), especialmente quando associadas a sistemas de drenagem ineficientes, proximidade de corpos d'água como rios, lagos e represas, e ocorrem em regiões de altitudes mais baixas. Os incêndios florestais, por sua vez, têm se tornado cada vez mais frequentes e são extremamente prejudiciais à saúde humana (Agache *et al.*, 2022; Delgado *et al.*, 2022; Seneviratne *et al.*, 2023), sendo resultado da combinação de calor, seca, vegetação seca e ventos fortes.

Os acidentes resultantes de eventos climáticos extremos causam sérias repercussões para a sociedade, podendo, em alguns casos, levar até à morte (Oppermann *et al.*, 2021; Agache *et al.*, 2022). Para os seres humanos, além das doenças respiratórias e cardiovasculares, e das inflamações (Agache *et al.*, 2022; Bhatti *et al.*, 2024), há também óbitos (causados diretamente pelo desastre, como em casos de afogamento), feridos (indivíduos com lesões que exigem tratamento médico e medicamentos), enfermos (pessoas que apresentam problemas de saúde devido aos impactos diretos do desastre), desabrigados (aqueles que necessitam de abrigo temporário em razão dos danos causados pelo evento), desalojados (pessoas que abandonaram suas casas, mas não precisam de abrigo público), desaparecidos (indivíduos em situação de risco que precisam ser localizados) e outras pessoas diretamente afetadas pelo acidente (Ebi *et al.*, 2021; Brasil, 2023a). No Brasil, observa-se que o maior número de vítimas fatais ocorre durante eventos como tempestades e inundações, que também são responsáveis pela maior quantidade de desaparecidos, desabrigados e desalojados, enquanto os períodos de seca estão mais relacionados a casos de doenças e ferimentos (Lazzari *et al.*, 2024).

Os eventos climáticos também causam danos materiais significativos, afetando bens como residências e instalações públicas (Ferreira, 2024). De maneira geral, para os estabelecimentos de saúde, os danos materiais são principalmente provocados por eventos relacionados a chuvas intensas (Freitas *et al.*, 2020). Dentre os prejuízos patrimoniais, incluem-se, por exemplo, os danos a habitações, unidades de ensino e saúde, serviços essenciais, comércio e indústrias (Brasil, 2023a; Sainte; Cataia, 2024), além de impactos na infraestrutura de transporte, o que compromete a evacuação, a mobilidade das pessoas e o próprio resgate em si (Boakye *et al.*, 2022; Liu; Fang; Zhao, 2021; Potts *et al.*, 2024). Esses danos acarretam desemprego, redução da produção e aumento dos custos de reconstrução, entre outros efeitos (Sainte; Cataia, 2024). O setor de saúde é especialmente afetado pelos desastres naturais, pois, além dos danos às suas instalações, há uma interrupção no fornecimento de água e energia, o que dificulta a resposta do sistema à população e aumenta a demanda por atendimento médico (Freitas *et al.*, 2020; Potts *et al.*, 2024).

Os desastres causados por eventos climáticos extremos também geram impactos ambientais, por exemplo, os incêndios florestais causados por secas e desmatamento, que, além de afetar diretamente as áreas atingidas, destroem locais de preservação ambiental e parques, além de provocar a contaminação do meio ambiente (Nascimento; Correa, 2024). A poluição do ar decorrente tanto de fatores naturais quanto de atividades humanas, caracterizada por qualquer fator que altere a qualidade do ar, por exemplo a fumaça gerada por incêndios florestais, não só prejudica a saúde da população, mas, também contamina o ar devido à variedade de substâncias químicas que libera (Ebi *et al.*, 2021; Lima; Hamzagic, 2022; Agache *et al.*, 2022). Destacam-se também as secas, enquanto possíveis eventos climáticos extremos, que são capazes de reduzir os níveis de água disponíveis para consumo, afetando o potencial hídrico e impactando a agricultura, a economia e a vida dos seres vivos, e, por outro lado, observa-se que as inundações causam contaminação nos corpos d'água, pois transportam diversas partículas poluente (Ebi *et al.*, 2021; Agache *et al.*, 2022).

As consequências dos acidentes decorrentes de eventos climáticos extremos geram prejuízos econômicos para o governo, para a população e para o setor privado. No Brasil, de

1995 a 2019 o prejuízo total proveniente de desastres naturais foi de R\$ 333,36 bilhões, sendo que os estados com maiores valores de danos e prejuízos foram Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Santa Catarina (Silva Júnior; Chaves, 2021). Referente ao setor privado, as consequências incluem danos à infraestrutura, interrupção da cadeia de abastecimento, interrupções econômicas nos insumos de produção, danos físicos às instalações de produção, perda de capital humano e mudança na demanda do consumidor (Chang *et al.*; 2022).

Em Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais no Brasil, foi realizada uma pesquisa na região oeste da cidade, setor mais propenso a desastres naturais hidrológicos e onde estão localizados comércios e residências, que identificou que o prejuízo total de 2016 a 2018 foi de R\$ 1.528.528,00, considerando estoques, eletrodomésticos, móveis, danos nas edificações, entre outros, e gastos com reconstrução no valor de R\$1.800.000,00 (Silveira *et al.*, 2020). Ainda sobre o Brasil, as secas causam grandes impactos na agricultura e pecuária, de 2013 a 2022 ela foi responsável por causar perda econômica de R\$250 bilhões, gerando aumento nos preços dos alimentos – o que impacta diretamente o consumidor – e redução na renda dos agricultores (Ferrari; Souza Netto; Souza Netto, 2024).

Para os setores de agricultura e pecuária, ocorrem danos à produtividade das plantações e gramíneas, realocação do gado, estruturas e instalações de irrigação destruídas, perdas de invertebrados vantajosos do solo (minhocas), risco elevado de doenças animais, destruição de estoques de sementes e equipamentos agrícolas (Manzoor *et al.*, 2022). Um estudo realizado no Paquistão sobre uma enchente ocorrida em 2010, identificou que o setor agrícola perdeu cerca de 429 bilhões de rúpias em decorrência desse evento climático extremo (Manzoor *et al.*, 2022).

Nas indústrias de mineração chinesas, com dados de 2004 a 2019 identificaram perdas médias de CNY 9,756 bilhões com secas, tempestades, inundações e granizo, dentre outros (Chu; Sui, 2023). O setor de energia também é afetado pelos eventos climáticos extremos, estima-se que as interrupções de energia devido à ocorrência de eventos climáticos extremos custem cerca de U\$150 bilhões por ano nos Estados Unidos (Araújo; Shropshire, 2021).

3 Metodologia de Pesquisa

A Base de Dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023b) é uma versão digital do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais que possibilita o acesso à informação, diretamente no seu sítio de *internet* ou mediante a exportação de arquivos para consultas diversas (Brasil, 2023a), dos dados referentes às ocorrências de acidentes decorrentes de eventos climáticos extremos no Brasil, de 1991 (inclusive) até 2023 (inclusive). Porém, as informações econômico-financeiras (valores monetários) decorrentes de tais acidentes só estão disponíveis a partir de 1995, apesar dos anos anteriores conterem os dados dos desastres ocorridos de 1991 a 1994, conforme informado inicialmente.

Nesse sentido, a amostra desta pesquisa foi constituída a partir das informações disponíveis na Base de Dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023b), de 1991 até 2023 para análise das ocorrências dos desastres/acidentes decorrentes de eventos climáticos extremos, e ainda, de 1995 até 2023 para análise dos respectivos prejuízos (valores monetários).

As informações econômico-financeiras (valores monetários) da Base de Dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023b) são atualizadas monetariamente, a partir de 1995, utilizando o “Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna” (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas. Sendo que, a última atualização realizada tomou como base o mês de dezembro de 2023, permitindo assim, a comparabilidade daqueles valores em moeda dessa mesma data (Brasil, 2023a).

Para análise dos dados da amostra desta pesquisa, foram utilizadas estatísticas descritivas tabuladas segundo as frequências de ocorrências dos eventos/acidentes e dos respectivos valores, totais e médios, e ainda, segundo suas datas de ocorrências, classificadas por ano, mês e estação do ano, além do tipo de evento climático extremo e da natureza do dano causado em decorrência dos acidentes observados.

Dessa maneira, esta investigação classifica-se como uma pesquisa descritiva baseada em dados empíricos, cuja análise se deu por meio de métodos quantitativos aplicados.

4 Análise dos Dados e Discussão dos Resultados

As mudanças climáticas, impulsionadas principalmente pela ação humana – como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento e industrialização – estão intensificando a frequência e a gravidade de desastres naturais em todo o mundo. Esses eventos têm impactos profundos no meio ambiente, na economia e na sociedade.

Embora não seja o foco principal deste estudo, a exposição dos dados referentes às pessoas impactadas pelos desastres é relevante para a pesquisa. Essas informações foram organizadas por ano e tipo de dano humano, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Evolução das ocorrências de desastres decorrentes de eventos climáticos extremos e a respectiva quantidade total de pessoas atingidas

Ano	Total de desastres (ocorrências)	Danos humanos (quantidade de pessoas)							Total
		Mortos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos	Outros afetados	
1.991	403	36	552	0	15.556	5.291	0	0	21.435
1.992	590	14	305	0	27.475	36.193	2	32.699	96.688
1.993	1.324	16	5	0	5.015	6.014	0	4.331	15.381
1.994	231	4	0	0	6.660	0	2	0	6.666
1.995	818	35	683	8	32.556	54.149	9	25.867	113.307
1.996	490	14	149	2	5.692	3.461	3	9.920	19.241
1.997	748	13	188	547	6.223	14.094	23	10.729	31.817
1.998	1.178	10	650	194	28.770	33.860	0	21.980	85.464
1.999	741	107	147	8.033	8.467	7.109	1	11.821	35.685
2.000	595	61	4.902	4.810	42.067	70.400	214	83.146	205.600
2.001	1.824	67	756	8.166	22.743	63.237	31	113.402	208.402
2.002	1.816	95	2.675	28.662	59.375	110.974	62	343.731	545.574
2.003	1.606	134	2.841	10.666	31.575	107.636	73	712.273	865.198
2.004	2.424	195	3.248	45.714	144.495	246.536	133	1.148.246	1.588.567
2.005	2.314	145	16.086	26.133	61.443	192.124	109	1.938.248	2.234.288
2.006	1.580	175	2.291	26.558	55.632	119.828	164	3.066.962	3.271.610
2.007	1.831	122	1.616	34.503	36.672	171.376	138	2.175.141	2.419.568
2.008	1.921	207	8.019	60.900	134.578	521.571	113	5.611.053	6.336.441
2.009	3.005	282	9.812	84.792	235.035	806.242	258	7.148.333	8.284.754
2.010	2.086	357	9.489	22.796	105.935	382.151	167	6.975.754	7.496.649
2.011	1.740	957	4.956	15.416	85.188	467.625	497	7.193.338	7.767.977
2.012	2.325	98	8.833	28.376	64.272	298.885	5	2.023.401	2.423.870
2.013	2.911	230	4.651	103.185	155.812	432.184	97	10.416.382	11.112.541
2.014	2.505	89	1.701	60.417	110.611	340.396	27	6.905.998	7.419.239
2.015	2.113	86	3.732	139.946	79.331	402.456	51	9.163.854	9.789.456
2.016	2.352	74	2.290	60.386	15.676	115.303	4	14.971.769	15.165.502
2.017	3.089	141	6.774	119.756	39.565	257.560	10	25.324.645	25.748.451
2.018	2.560	88	1.691	51.691	22.337	85.389	7	17.450.179	17.611.382
2.019	2.538	134	2.608	105.243	67.088	215.706	38	19.126.313	19.517.130
2.020	3.880	231	2.010	54.190	82.753	299.198	53	19.138.124	19.576.559
2.021	3.556	82	7.724	67.713	76.372	350.508	377	14.431.596	14.934.372

2.022	5.021	650	8.918	81.023	122.017	758.201	366	23.641.748	24.612.923
2.023	5.115	137	5.423	79.450	87.583	594.110	13	22.265.662	23.032.378
Total	67.230	5.086	125.725	1.329.276	2.074.569	7.569.767	3.047	221.486.645	232.594.115

Fonte: elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Desde 1991 até o ano de 2023, o Atlas Digital de Desastres registrou 67.230 desastres naturais no Brasil e 232.594.115 pessoas afetadas por eles com picos de crescimento nos anos de 1993, 2004 e 2009, e, após 2012, houve uma tendência crescente na ocorrência dos desastres. Os efeitos dos eventos climáticos extremos são sentidos em graus cada vez mais severos, sendo que possivelmente os países em desenvolvimento são os que mais sentem seus impactos, dado que a população rural e a população urbana de localidades mais vulneráveis são as mais suscetíveis a tais consequências (Kirch; Schneider, 2016), e conforme observado na Tabela 1, há uma crescente na ocorrência dos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos. Isso revela a vulnerabilidade socioeconômica do país frente a mudanças climáticas, o que gera impactos diretos e indiretos nas empresas.

Ao analisar a Tabela 1, percebe-se que a quantidade de desastres e de pessoas afetadas por eles tem aumentado desde 1991, conforme aponta a teoria exposta no referencial teórico e confirmada pelo total de desastres e total de pessoas afetadas demonstradas na Tabela 1. O ano de 2011 chama atenção pela quantidade de vítimas fatais, sendo o ano com maior número de mortos ao longo do período analisado. Isso ocorreu, pois, em janeiro de 2011 fortes chuvas provocaram enchentes e deslizamentos de terra no estado do Rio de Janeiro, sendo que apenas esse evento, dentre outros ocorridos no mesmo ano, foi responsável por cerca de 900 mortos, 350 desaparecidos e danos à economia e infraestrutura (Busch; Amorim, 2011).

Outro dado relevante é o número de desabrigados e desalojados no ano de 2009, nesse ano houve um aumento na frequência de inundações no país e deslizamentos de terra devido às fortes chuvas (Puff, 2014). Avaliando a coluna de total de afetados, o ano de 2017 se destaca apresentando 25.748.451 de pessoas afetadas pelos desastres naturais. Isso ocorreu, pois, nesse ano o Brasil foi atingido por inundações, deslizamentos e secas, sendo que a região Sul foi a região mais acometida por enchentes ou inundações, regiões Sudeste e Sul por deslizamentos e Nordeste pela seca (IBGE, 2017).

Avaliando as informações especificamente relacionadas ao objeto de estudo desta pesquisa, portanto, os prejuízos decorrentes de eventos climáticos extremos para o setor privado brasileiro, a Tabela 2 sintetiza os dados disponíveis na Base de Dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023b) por ano e pelos danos causados aos setores da economia privada.

A partir dos dados contidos na Tabela 2, é possível observar que a agricultura é o setor que mais sofre com os desastres naturais, o que também justifica a população da área rural ser uma das mais afetadas por esse tipo de evento. O ano de 2022 apresenta o maior valor de dano material (prejuízos) para a agricultura, sendo que, a safra 2021/2022 sofreu adversidades climáticas, principalmente nos estados da Região Sul, com destaque para a redução da produtividade de milho e soja devido à seca (CONAB, 2022).

Além disso, o ano de 2022 também foi responsável pelos maiores prejuízos, ao longo do período estudado para o setor de pecuária. A seca inclusive afetou a produção de pastagem, sendo a segunda maior causa de pastagens em más condições, o que impacta diretamente na criação dos animais para fins econômicos e prejudica a renda do produtor rural, e ainda, o leva ao empobrecimento, e em alguns casos, fazendo-o mudar de atividade (EMBRAPA, 2022).

Para o setor industrial, o ano de 2023 foi o mais relevante no valor dos prejuízos causados por acidentes decorrentes de eventos climáticos extremos. Houve seca na Amazônia e chuvas no Sul do país (Carta Capital, 2024), o que gerou dificuldades para a chegada dos

insumos até o local da produção e estragos por conta dos alagamentos, enchentes e deslizamentos de terra.

O ano de 2019 foi relevante para o comércio como sendo o ano que apresentou maior valor total de prejuízos para o setor. Foi nesse período que ocorreu o rompimento da barragem de Brumadinho, localizada em Minas Gerais, gerando danos ambientais e socioeconômicos, impactando o comércio de minério de ferro, fazendo com que o seu preço aumentasse por conta da redução da oferta e causando interrupções na cadeia logística do estado (Governo do Estado de Minas Gerais, 2019). Além disso, ocorreram secas no Sul e Sudeste, deslizamentos e alagamentos no Nordeste o que gerou consequências para o setor comercial, tanto em danos diretos quanto na redução do consumo.

No setor de serviços, o ano de 2017 apresentou os impactos econômicos mais significativos. A seca ocorrida nesse período afetou 38 milhões de brasileiros, sendo que 80% estavam na região Nordeste (Nascimento, 2018). Essa região é caracterizada pelo uso dos rios como meio de locomoção, pelo turismo e a hospedagem. Com a seca e a estiagem, houve alterações nas paisagens e queda no fluxo turístico.

O ano de 2022 registrou os maiores valores total e médio de prejuízos econômicos causados por desastres naturais. Além das secas extremas, que afetaram diretamente a agricultura e a pecuária, o país enfrentou enchentes e deslizamentos. Até o início de dezembro daquele ano, o Brasil já havia sido atingido por 11 grandes desastres provocados pelas chuvas (Lesnau, 2022). Esses eventos resultaram em mortes, desaparecimentos, pessoas desalojadas, desabrigadas, feridas e soterradas, além de causarem significativos danos materiais, como rodovias interditadas, estabelecimentos destruídos e outros impactos (Lesnau, 2022).

Tabela 2 – Distribuição das ocorrências de desastres decorrentes de eventos climáticos extremos e os respectivos danos materiais (prejuízos) ao setor privado da economia

Ano	Total de desastres (ocorrências)	Danos materiais (R\$1000)						Média (por desastre)
		Agricultura	Pecuária	Indústria	Comércio	Serviços	Total	
1.991	403	0	0	0	0	0	0	0,00
1.992	590	0	0	0	0	0	0	0,00
1.993	1.324	0	0	0	0	0	0	0,00
1.994	231	0	0	0	0	0	0	0,00
1.995	818	20.871	680	0	0	0	21.551	26,35
1.996	490	8.653	0	0	0	0	8.653	17,66
1.997	748	17.939	1.379	705	0	140	20.163	26,96
1.998	1.178	43.297	5.808	2.759	0	3.236	55.100	46,77
1.999	741	80.701	4.654	1.879	0	369	87.602	118,22
2.000	595	95.221	4.719	5.063	0	10.843	115.845	194,70
2.001	1.824	543.249	147.558	34.834	0	113.289	838.930	459,94
2.002	1.816	1.836.510	566.811	26.699	0	100.824	2.530.845	1.393,64
2.003	1.606	1.437.451	594.307	31.648	0	183.716	2.247.123	1.399,20
2.004	2.424	1.870.210	537.367	38.508	0	83.174	2.529.259	1.043,42
2.005	2.314	5.264.882	1.778.089	49.724	0	162.942	7.255.637	3.135,54
2.006	1.580	2.515.090	436.606	39.455	0	77.289	3.068.440	1.942,05
2.007	1.831	2.400.425	753.867	74.295	0	80.473	3.309.060	1.807,24
2.008	1.921	3.958.217	821.287	690.482	0	883.163	6.353.149	3.307,21
2.009	3.005	6.681.515	1.373.190	284.938	0	230.644	8.570.287	2.852,01
2.010	2.086	2.012.890	639.466	163.873	0	377.717	3.193.946	1.531,13
2.011	1.740	1.662.341	565.156	112.756	0	517.011	2.857.265	1.642,11
2.012	2.325	8.114.356	1.734.562	124.614	10	246.483	10.220.027	4.395,71
2.013	2.911	7.786.874	2.540.580	589.069	0	700.179	11.616.702	3.990,62
2.014	2.505	6.276.783	2.427.098	1.038.866	0	702.495	10.445.242	4.169,76

2.015	2.113	5.040.477	1.656.408	248.994	5.490.891	546.620	12.983.390	6.144,53
2.016	2.352	2.866.825	572.875	241.277	4.765.802	276.609	8.723.389	3.708,92
2.017	3.089	9.843.062	4.366.618	654.434	4.196.706	1.148.391	20.209.212	6.542,32
2.018	2.560	8.149.743	4.481.448	148.718	440.504	59.598	13.280.011	5.187,50
2.019	2.538	6.578.227	3.993.411	178.548	8.618.861	297.605	19.666.652	7.748,88
2.020	3.880	19.036.025	5.046.952	423.652	7.363.175	164.740	32.034.543	8.256,33
2.021	3.556	26.989.770	6.680.961	296.631	2.615.888	330.942	36.914.192	10.380,82
2.022	5.021	51.245.154	9.940.639	610.625	1.970.549	712.712	64.479.679	12.842,00
2.023	5.115	33.795.902	9.610.387	1.517.796	1.545.553	225.736	46.695.372	9.129,11
Total	67.230	216.172.663	61.282.882	7.630.842	37.007.940	8.236.940	330.331.267	4.913,45

Fonte: elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

A Tabela 3 apresenta os dados organizados por tipo de evento climático extremo, indicando as respectivas quantidades de desastres, bem como os valores total e médio dos danos materiais por desastre.

Tabela 3 – Distribuição das ocorrências de desastres decorrentes de eventos climáticos extremos e os respectivos danos materiais (prejuízos) ao setor privado da economia, **por tipo de evento**

Tipos de evento climático extremo	Total de desastres (ocorrências)	Danos materiais (R\$1000)	
		Total	Média (por desastre)
Alagamentos	1.873	909.922	485,81
Chuvas Intensas	6.718	42.673.487	6.352,11
Doenças infecciosas	275	20.397	74,17
Enxurradas	9.599	11.256.282	1.172,65
Erosão	685	274.760	401,11
Estiagem e Seca	30.705	234.461.921	7.635,95
Granizo	2.078	4.234.171	2.037,62
Incêndio Florestal	2.067	1.417.436	685,75
Inundações	6.183	21.470.854	3.472,56
Movimento de Massa	1.562	4.232.345	2.709,57
Onda de Calor e Baixa Umidade	174	86.556	497,45
Onda de Frio	243	1.614.278	6.643,12
Outros	688	792.363	1.151,69
Rompimento/Colapso de barragens	28	19.882	710,09
Tornado	105	303.299	2.888,56
Vendavais e Ciclones	4.247	6.563.313	1.545,40
Total	67.230	330.331.267	4.913,45

Fonte: elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

É importante ressaltar que os desastres resultam de fenômenos e desequilíbrios naturais, sendo que, as ações humanas, por sua vez, intensificam esses eventos (Silveira *et al.*, 2020). Nesse sentido, os desastres naturais podem ser classificados em quatro categorias: geológicos ou geofísicos, relacionados a processos de erosão, movimentação de massa e outros fenômenos de origem geológica; meteorológicos, que abrangem eventos como chuvas intensas, descargas elétricas, ciclones, tornados, vendavais, granizo, geadas, além de ondas de frio e de calor; hidrológicos, associados a alagamentos, enchentes e inundações, sejam elas graduais ou repentinas; e, por fim, climatológicos, relacionados a períodos de estiagem, seca, queimadas e incêndios florestais (Freitas *et al.*, 2020).

É possível observar na Tabela 3 que a estiagem e a seca foram os eventos com maior número de ocorrências no Brasil dentro do período analisado, sendo que, elas foram responsáveis por aproximadamente 71% dos prejuízos causados ao setor privado. Isso ocorre porque a estiagem e seca afetam a agricultura e a pecuária, pois impactam o potencial hídrico,

prejudicam o fornecimento de alimentos para a população e causam redução de potencial das plantações (Manzoor *et al.*, 2022). De acordo com a classificação dos desastres naturais mencionada anteriormente, a estiagem, a seca e os incêndios florestais são considerados desastres climatológicos, correspondendo, juntos, a 71,41% dos danos materiais. Os incêndios florestais impactam o solo, a fauna nativa, o potencial hídrico da região, a saúde humana e as áreas privadas de cultivo (São Paulo, 2025).

Os desastres hidrológicos, como alagamentos, enxurradas e inundações, correspondem a cerca de 10,18% dos danos materiais registrados. Esses prejuízos ocorrem devido à combinação de elevados índices pluviométricos e à deficiência nos sistemas de drenagem, o que resulta em estragos em estabelecimentos comerciais, industriais e residenciais, perdas de equipamentos, estoques, documentos e mobiliários, além de acarretar gastos com obras de reconstrução e prejuízos relacionados ao tempo de paralisação das atividades para readequação dos espaços afetados (Silveira *et al.*, 2020).

Os desastres meteorológicos — como chuvas intensas, granizo, ondas de calor e baixa umidade, ondas de frio, tornados, vendavais e ciclones — representam em torno de 16,79% do total de prejuízos. Esses eventos provocam impactos na agricultura, em imóveis comerciais e residenciais, além de perdas de produtividade, entre outros efeitos possíveis.

Os desastres geológicos, como a erosão e os movimentos de massa, representam cerca de 1,36% das perdas econômicas. A erosão provoca consequências como a redução da fertilidade do solo, deslizamentos de terra, desabamentos de barrancos e destruição de residências, entre outros efeitos (Alves *et al.*, 2023; Cogo; Levien; Schwarz, 2003). Os movimentos de massa, por sua vez, caracterizam-se pelo deslocamento do solo e geram impactos semelhantes aos da erosão.

As doenças infecciosas correspondem a aproximadamente 0,006% dos danos materiais. Isso se deve ao fato de que seus impactos são bastante relativos: enquanto alguns sofrem perdas, outros encontram oportunidades de crescimento. Um exemplo disso foi a pandemia de COVID-19, durante a qual houve desigualdade no enfrentamento da crise e nos efeitos sobre a economia. De modo geral, muitas empresas foram fechadas, setores como o de turismo e hospedagem sofreram grandes impactos e o comportamento de consumo da população foi alterado (Chang *et al.*, 2022).

O rompimento ou colapso de barragens representam cerca de 0,006% das perdas econômicas. Trata-se de um evento de baixa frequência, mas que gera grandes impactos, principalmente ambientais e sociais (Governo do Estado de Minas Gerais, 2019). Em relação aos impactos materiais, observa-se a destruição de estabelecimentos e outros bens, além da paralisação das atividades econômicas na área afetada pelo rompimento. Outros eventos climáticos extremos correspondem a 0,24% do total de prejuízos.

Em relação à distribuição das ocorrências de desastres decorrentes de eventos climáticos extremos por estação e mês do ano, resumida na Tabela 4, o verão é responsável por 45,31% da ocorrência total de desastres naturais, seguido pela primavera (24,40%), outono (17,68%) e inverno (12,61%). Esse número elevado pode ser atribuído ao fato de o verão ser a estação com as temperaturas mais altas e o maior índice pluviométrico, o que favorece a ocorrência de ondas de calor, inundações, tempestades, entre outros eventos climáticos extremos (Pereira, 2023).

A primavera, por sua vez, é marcada pela transição entre o inverno e o verão, trazendo temperaturas mais amenas, aumento da umidade do ar e alterações no regime de chuvas, dezembro é particularmente marcado por chuvas de curta duração e forte intensidade (Fortes; Diniz, 2023). Devido ao aumento das chuvas, podem ocorrer tempestades, alagamentos, inundações e outros fenômenos climáticos.

O outono também é um período de transição, ocorrendo entre o verão e o inverno e caracterizado pela queda de temperatura. Enquanto em algumas regiões do país há uma redução nos índices de chuva, em outras, como na região amazônica, o volume de precipitações pode continuar elevado (Fortes; Diniz, 2023). Por isso, além de desastres causados por chuvas intensas, também podem ocorrer períodos de seca, que aumentam o risco de queimadas e incêndios.

Tabela 4 – Distribuição das ocorrências de desastres decorrentes de eventos climáticos extremos e os respectivos danos materiais (prejuízos) ao setor privado da economia, **por estação e mês do ano**

Estação do ano	Total de desastres (ocorrências)	Danos materiais (R\$1000)		Mês do ano	Total de desastres (ocorrências)	Danos materiais (R\$1000)	
		Total	Média (por desastre)			Total	Média (por desastre)
Verão	23.006	149.667.030	6.505,57	1	9.702	85.225.226	8.784,29
				2	6.346	24.462.772	3.854,83
				3	6.958	39.979.031	5.745,76
Outono	15.960	58.391.516	3.658,62	4	6.080	22.870.772	3.761,64
				5	5.906	21.059.296	3.565,75
				6	3.974	14.461.448	3.639,02
Inverno	12.427	41.662.142	3.352,55	7	3.972	10.231.116	2.575,81
				8	3.511	11.954.158	3.404,77
				9	4.944	19.476.869	3.939,50
Primavera	15.837	80.610.579	5.090,02	10	5.820	30.044.583	5.162,30
				11	4.990	24.904.943	4.990,97
				12	5.027	25.661.053	5.104,65
Total	67.230	330.331.267	4.913,45		67.230	330.331.267	4.913,45

Fonte: elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Por fim, o inverno é marcado pela queda nas temperaturas, pela baixa umidade do ar e por ventos fortes. Embora essa estação seja caracterizada por pouca chuva, a passagem de ar frio pode estimular a ocorrência de precipitações em algumas regiões (Novais, 2023). Por esse motivo, o inverno é frequentemente associado à seca e aos incêndios, embora, em algumas localidades, também possa ocorrer chuvas intensas.

5 Considerações Finais

A análise dos dados confirmou que os eventos climáticos extremos vêm aumentando em frequência e intensidade, especialmente no Brasil, a partir do ano de 2002. No setor privado da economia, a seca e a estiagem foram as principais responsáveis pelos prejuízos, uma vez que a economia do país é fortemente voltada para a agropecuária, atividade altamente sensível à escassez de água. No entanto, a estação do ano em que ocorrem os maiores prejuízos é o verão, em razão das chuvas intensas e dos danos estruturais e operacionais que elas provocam.

Durante o desenvolvimento do trabalho, tanto o referencial teórico quanto a análise dos dados se mostraram fundamentais. Contudo, a análise dos dados teve papel mais relevante para a compreensão da magnitude dos prejuízos enfrentados. Os dados permitiram quantificar os danos, identificar padrões e estabelecer relações entre os eventos climáticos e as perdas registradas. O referencial teórico, por sua vez, foi essencial para contextualizar essas evidências e validar a relevância da temática à luz da literatura atual sobre mudanças climáticas e riscos socioeconômicos.

De maneira geral, a pesquisa demonstrou que, no Brasil, os eventos de chuvas extremas são os mais prejudiciais em termos de danos humanos, enquanto a seca representa a principal fonte de prejuízo econômico, especialmente no setor agropecuário. Essa conclusão dialoga diretamente com o referencial teórico adotado, que já sinalizava os impactos diferenciados dos

eventos extremos. Além disso, foi observado um conjunto de evidências indicativas de um aumento progressivo na frequência e intensidade dos danos. A convergência entre teoria e evidência empírica foi fundamental para sustentar a conclusão de que os desastres naturais estão se tornando cada vez mais recorrentes e impactantes.

Entre as principais limitações do estudo, destaca-se a escassez de dados consolidados e atualizados, o que restringiu a possibilidade de uma análise baseada em dados mais contemporâneos, por exemplo, 2024. Além disso, identificou-se uma carência de estudos anteriores focados exclusivamente nos impactos sobre o setor privado, o que dificultou a construção de uma base teórica mais direcionada. Em contrapartida, a principal contribuição desta pesquisa reside em oferecer uma visão crítico-descritiva sobre os riscos enfrentados pelo setor privado diante dos eventos climáticos extremos, fornecendo subsídios para a formulação de estratégias de mitigação e políticas públicas voltadas à resiliência climática.

Para a continuidade deste estudo, recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem a análise setorial, levando em consideração as especificidades de diferentes ramos da economia nacional. É igualmente recomendável a adoção de métodos quantitativos mais robustos, como modelagens econométricas e simulações de cenários futuros. Além disso, estudos de caso com empresas diretamente afetadas podem trazer contribuições valiosas, ao revelar experiências práticas de adaptação e estratégias de enfrentamento, fortalecendo a interface entre produção científica, gestão empresarial e formulação de políticas climáticas.

Referências

- AGACHE, I.; SAMPATH, V.; AGUILERA, J.; AKDIS, C. A.; AKDIS, M.; BARRY, M.; BOUAGNON, A.; CHINTHRAJAH, S.; COLLINS, W.; DULITZKI, C.; ERNY, B.; GOMEZ, J.; GOSHUA, A.; JUTEL, M.; KIZER, K. W.; KLINE, O.; LABEAUD, A. D.; PALI-SCHÖLL, I.; PERRETT, K. P.; PETERS, R. L.; PLAZA, M. P.; PRUNICKI, M.; SACK, T.; SALAS, R. N.; SINDHER, S. B.; SOKOLOW, S. H.; THIEL, C.; VEIDIS, E.; WRAY, B. D.; TRIDL-HOFFMANN, C.; WITT, C.; NADEAU, K. C.. Climate change and global health: a call to more research and more action. *Allergy*, [s. l.], v. 77, issue 5, p. 138-1407, May 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/all.15229>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/all.15229>. Acesso em: 10 out. 2024.
- ALVES, E. A. C.; SAMPAIO, P. V.; LEMOS, L. de S.; PASSOS, M. M. dos. Degradação dos solos: impactos ambientais e metodologias de análise. *Revista Territorium Terram*, [s. l.], v. 06, n. 08, p.28-45, 2023. Disponível em: https://periodicos.ufsj.edu.br/territorium_terram/article/view/5244. Acesso em: 28 abr. 2025.
- ARAÚJO, K.; SHROPSHIRE, D. A Meta-Level Framework for Evaluating Resilience in Net-Zero Carbon Power Systems with Extreme Weather Events in the United States. *Energies*, USA, v. 14, p. 1-25, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/en14144243>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/14/4243>. Acesso em: 28 fev. 2025.
- BENINCASA, E.; BETZ, F.; GATTINI, L.. How do firms cope with losses from extreme weather events? *Journal of Corporate Finance*, [s. l.], v. 84, e-article 102508, February 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2023.102508>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929119923001578?via%3Dihub>. Acesso em: 08 nov. 2024.

BHATTI, U. A.; BHATTI, M. A.; TANG, H.; SYAM, M. S.; AWWAD, E. M.; SHARAF, M.; GHADI, Y. Y.. Global production patterns: Understanding the relationship between greenhouse gas emissions, agriculture greening and climate variability. **Environmental Research**, [s. l.], v. 245, e-article 118049, 15 March 2024. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.118049>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935123028530?via%3Dihub>.

Acesso em: 10 out. 2024.

BHOLA, V.; HERTELENDY, A.; HART, A.; ADNAN, S. B.; CIOTTONE, G. Escalating costs of billion-dollar disasters in the US: Climate change necessitates disaster risk reduction. **The Journal of Climate Change and Health**, [s. l.], v.10, e-article 100201, mar-abr 2023.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100201>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667278222000906?via%3Dihub>. Acesso

em: 10 nov. 2024.

BOAKYE, J.; GUIDOTTI, R.; GARDONI, P.; MURPHY, C. The role of transportation infrastructure on the impact of natural hazards on communities. **Reliability Engineering & System Safety**, [s. l.], v. 219, e-article 108184, mar. 2022. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108184>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832021006682>. Acesso em: 27

jan. 2025.

BOLAN, S.; PADHYE, L. P.; JASEMIZAD, T.; GOVARTHANAN, M.; KARMEGAM, N.; WIJEJEKARA, H.; AMARISI, D.; HOU, D.; ZHOU, P.; BISWAL, B. K.; BALASUBRAMANIAN, R.; WANG, H.; SIDDIQUE, K. H.; RINKLEBE, J.; KIRKHAM, M.; BOLAN, N. Impacts of climate change on the fate of contaminants through extreme weather events. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 909, e-article 168388, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168388>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972307016X?via%3Dihub>. Acesso

em: 10 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas digital de desastres no Brasil**: base de dados do atlas digital de desastres no Brasil - manual de aplicação. Brasília: MIDR, 2023a.

Disponível em:

https://atlasdigital.mdr.gov.br/arquivos/Atlas_Digital_Desastres_Manual_Aplicacao.pdf.

Acesso em: 23 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas digital de desastres no Brasil**: base de dados do atlas digital de desastres no Brasil - consulta realizada em: 06 fev. 2025-16h46. Brasília: MIDR, 2023b. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/downloads.xhtml>.

Acesso em: 23 fev. 2025.

BUSCH, A.; AMORIM, S. N. D. A tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011: procurando respostas. **Casoteca de Gestão Pública**, ENAP, 2011. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/328>. Acesso em: 02 abr. 2025.

CARTA CAPITAL. Extremos de calor, chuva e seca: Brasil teve o ano mais quente em 2023 e sentiu na pele as mudanças climáticas. Carta Capital, São Paulo, 9 jan. 2024. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/politica/extremos-de-calor-chuva-e-seca-brasil-teve-o-ano-mais-quente-em-2023-e-sentiu-na-pele-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 12 abr. 2025.

CHANG, S. E.; BROWN, C.; HANDMER, J.; HELGESON, J.; KAJITANI, Y.; KEATING, A.; NOY, I.; WATSON, M.; DERAKHSHAN, S.; KIM, J.; ROA-HENRIQUEZ, A. Business recovery from disasters: Lessons from natural hazards and the COVID-19 pandemic. **International Journal of Disaster Risk Redution**, [s. l.], v. 80, p. 1-13, out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103191>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420922004101>. Acesso em: 21 fev. 2025.

CHEN, X.; FU, Q.; CHANG, C. What are the shocks of climate change on clean energy investment: A diversified exploration. **Energy Economics**, [s. l.], v. 95, p. 1-12, mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105136>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988321000414?via%3Dihub>. Acesso em: 10 nov. 2024.

CHU, X.; SUI, N. Does Weather-Related Disaster Affect the Financing Costs of Enterprises? Evidence from Chinese Listed Companies in the Mining Industry. **Sustainability**, China, v. 15, p. 1-14, jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15021270>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1270>. Acesso em: 28 fev. 2025.

CHURCHILL, S. A.; MUNYANYI, M. E.; TRINH, T.; WIKLUND, J. From disastrous heat waves to extreme rains: Effects of weather shocks on entrepreneurship. **Journal of Business Venturing Insights**, [s. l.], v. 21, p. 1-14, jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2024.e00469>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352673424000210?via%3Dihub>. Acesso em: 29 nov. 2024.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A.. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, [s. l.], v. 27, 4, ago 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000400019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/JCtmNdm5N7LhFn3BfmqPbHG/>. Acesso em: 28 abr. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Boletim da safra de grãos**: safra 2021/2022, v. 9 – n. 12, set. 2022. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/44171_1d9f893d78f593b07d41887104acc43f. Acesso em: 10 abr. 2025.

DELGADO, R. C.; SANTANA, R. O. de; GELSLEICHTER, Y. A.; PEREIRA, M. G.. Degradation of South American biomes: What to expect for the future? **Environmental**

Impact Assessment Review, [s. l.], v. 96, e-article 106815, September 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106815>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925522000816?via%3Dihub>. Acesso em: 27 nov.2024.

EBI, K. L.; VANOS, J.; BALDWIN, J. W.; BELL, J. E.; HONDULA, D. M.; ERRETT, N. A.; HAYES, K.; REID, C. E.; SAHA, S.; SPECTOR, J.; BERRY, P. Extreme Weather and Climate Change: Population Health and Health System Implications. **Annual Review of Public Health**, [s. l.], v. 42, p. 293-315, abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-012420-105026>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-publhealth-012420-105026>. Acesso em: 10 jan. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Percepções e crenças de pecuaristas familiares sobre mudanças climáticas**: estudo de caso no bioma Pantanal. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2023. 25 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1159194/1/Percepcoes-crencas-pecuaristas-2023.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

FERRARI, F. J.; SOUZA NETTO, A. E. de; SOUZA NETTO, J. L. de. Por uma abordagem multidimensional do direito dos desastres frente aos impactos das mudanças climáticas. **JURIS - Revista da Faculdade de Direito**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 115–130, abr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.14295/juris.v33i1.16325>. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/juris/article/view/16325>. Acesso em: 26 fev. 2025.

FERREIRA, M. L. Extreme rain event highlights the lack of governance to face climate change in the Southeastern coast of Brazil. **Geography and Sustainability**, [s. l.], v. 5, issue 1, p. 29-32, March 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2023.11.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666683923000676?via%3Dihub>. Acesso em: 08 jan. 2025.

FORTES, M. R.; DINIZ, A. C. A. Reflexões sobre as estações do ano: do livro didático à vida cotidiana na Amazônia. **Boletim Paulista de Geografia**, [s. l.], v. 1, n. 109, p. 40–64, 2023. DOI: [10.54446/bpg.v109i1.2950](https://doi.org/10.54446/bpg.v109i1.2950). Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/2950>. Acesso em: 29 abr. 2025.

FREITAS, C. M.; SILVA, I. V. M.; XAVIER, D. R.; SILVA, E. L.; BARCELLOS, C. Desastres naturais e seus custos nos estabelecimentos de saúde no Brasil no período de 2000 a 2015. **Cadernos de saúde pública**, [s. l.], v. 36, p. 1-12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00133419>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/H6jYR8CFdwjJktM9bvgr9wK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 31 jan. 2025)

GIORDONO, L.; BOUDET, H.; GARD-MURRAY, A.. Local adaptation policy responses to extreme weather events. **Policy Sciences**, [s. l.], v. 53, p. 609–636, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11077-020-09401-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11077-020-09401-3>. Acesso em: 08 nov. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Histórico do rompimento das barragens da Vale na Mina Córrego do Feijão. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2019. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/historico-do-rompimento-das-barragens-da-vale-na-mina-corrego-do-feijao>. Acesso em: 15 abr. 2025.

GREGORY, R. P. Climate disasters, carbon dioxide, and financial fundamentals. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, [s. l.], v. 79, p. 45-58, February 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.qref.2020.12.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1062976920301782?via%3Dihub>. Acesso em: 08 nov. 2024.

HENDERSON, J.; SEN, A. **The energy transition**: key challenges for incumbent and new players in the global energy system. Oxford: The Oxford Institute for Energy Studies, 2021.

IBGE. MUNIC 2017: 48,6% dos municípios do país foram afetados por secas nos últimos 4 anos. **Agência IBGE de Notícias**, 05 jul. 2018. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21636-munic-2017-48-6-dos-municipios-do-pais-foram-afetados-por-secas-nos-ultimos-4-anos#:~:text=As%20enchentes%20ou%20inunda%C3%A7%C3%B5es%20graduais,habitante%20\(9%2C9%25](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21636-munic-2017-48-6-dos-municipios-do-pais-foram-afetados-por-secas-nos-ultimos-4-anos#:~:text=As%20enchentes%20ou%20inunda%C3%A7%C3%B5es%20graduais,habitante%20(9%2C9%25). Acesso em: 06 abr. 2025.

KHAN, M. T. I.; ANWAR, S.; SARKODIE, S. A.; YASEEN, M. R.; NADEEM, A. M.. Do natural disasters affect economic growth? The role of human capital, foreign direct investment, and infrastructure dynamics. **Heliyon**, [s.l.], v. 9, issue 1, e-article 12911, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12911>. Disponível em: [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(23\)00118-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844023001184%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(23)00118-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844023001184%3Fshowall%3Dtrue). Acesso em: 28 nov. 2024.

KIRSCH, H. M.; SCHNEIDER, S. Vulnerabilidade social às mudanças climáticas em contextos rurais. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, [s.l.], v.31, p. 1-14, jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.17666/319106/2016>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcsoc/a/YftSnfBxYr7fPLfW6LSHdWD/>. Acesso em: 09 abr. 2025.

KONIG, T.; KUX, H.; CORSI, A. Landslide risk management using the mathematical model trigs. **Geosciences**, São Paulo, v. 41, p. 243-254, mai. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5016/geociencias.v41i1.16290>. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/16290>. Acesso em: 11 jan. 2025.

LAZZARI, D.; GARCEZ, A.; POLTOZI, N.; POZZI, G.; BRITO, C. Identification of extreme weather events and impacts of the disasters in Brazil. **Atmospheric and Oceanic Physics**, [s. l.], v. 1, p. 1-23, set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.16309>. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2409.16309>. Acesso em: 18 jan. 2025.

LESNAU, A. Veja os principais desastres causados por chuvas em 2022 no Brasil. Metr  poles, Brasília, 4 dez. 2022. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/veja-os-principais-desastres-causados-por-chuvas-em-2022-no-brasil>. Acesso em: 22 abr. 2025.

LIAO, W.; LIU, D.; XUE, X.; WU, Y.; XUE, F.; CHANG, K. Power generation expansion planning considering natural disaster scenarios under carbon emission trajectory constraints. Applied Energy, [s. l.], v. 361, e-article 122832, 1 May 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122832>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261924002150?via%3Dihub>. Acesso em: 08 jan. 2025.

LIMA, L. J. B.; HAMZAGIC, M. Gases de efeito estufa e polui  o do ar: semelhanças e diferenças. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, [s. l.], v. 6, p. 112-144, set. 2022. DOI: <https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/gases-de-efeito-estufa>. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/gases-de-efeito-estufa>. Acesso em: 04 out. 2024.

LIU, C.; FANG, D.; ZHAO, L. Reflection on earthquake damage of buildings in 2015 Nepal earthquake and seismic measures for post-earthquake reconstruction. Structures, [s. l.], v. 30, p. 647-658, abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.12.089>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352012421000175>. Acesso em: 28 jan. 2025.

NASCIMENTO, L. Seca atingiu 38 milhões de brasileiros em 2017 e cheias, 2 milhões. Agência Brasil, Brasília, 20 dez. 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-12/seca-atingiu-38-milhoes-de-brasileiros-em-2017-e-cheias-2-milhoes>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MANZOOR, Z.; EHSAN, M.; KHAN, M. B.; MANZOOR, A.; AKHTER, M. M.; SOHAIL, M. T.; HUSSAIN, A.; SHAFI, A.; ABU-ALAM, T.; ABIQUI, M. Floods and flood management and its socio-economic impact on Pakistan: A review of the empirical literature. Frontiers in Environmental Science, [s. l.], v. 10, p. 1-14, dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1021862>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2022.1021862/full>. Acesso em: 23 fev. 2025.

NASCIMENTO, S. M. do; CORREA, S. A. Emergência climática na Amazônia: agroecologia e conhecimentos tradicionais contra os modelos empresariais de conserva  o. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 27, n. 1, p. 93-124, jan-abr. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/ncn.v27i1.16022>. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/16022>. Acesso em: 01 fev. 2025.

NOVAIS, G. T. **Climas do Brasil**: classifica  o climática e aplica  es. 1. ed. Porto Alegre: Totalbooks, 2023. E-book. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/51/o/Livro_dos_Climas_do_Brasil_-_final.pdf. Acesso em: 29 abr. 2025.

OLIVEIRA, T. B.; STAKOVIK JÚNIOR, P. B. M. O Mercado de carbono no contexto do Acordo de Paris: Desafios e perspectivas para a regularização do setor no Brasil. **Singular. Sociais e Humanidades**, Palmas, v. 1, n. 6, p. 154-167, jan./jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.33911/singularsh.v1i6.194>. Disponível em: <https://ulbra-to.br/singular/index.php/SingularSH/article/view/194/122>. Acesso em: 10 nov. 2024.

OPPERMANN, E.; KJWLLSTROM, T.; LEMKE, B.; OTTO, M.; LEE, J. K. W. Establishing intensifying chronic exposure to extreme heat as a slow onset event with implications for health, wellbeing, productivity, society and economy. **Current Opinion in environmental Sustainability**, [s. l.], v. 50, p. 225-235, junho 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.04.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343521000634>. Acesso em: 18 jan. 2025.

PEREIRA, S. M. F. Mudanças climáticas no verão: a hora de agir é agora. Politize!, 2025. Disponível em: <https://www.politize.com.br/mudancas-climaticas-no-verao/>. Acesso em: 23 abr. 2025.

POTTS, J.; TIEDMANN, H. R.; STEPHENS, K. K.; FAUST, K. M.; CASTELLANOS, S.. Enhancing power system resilience to extreme weather events: a qualitative assessment of winter storm Uri. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 103, e-article 104309, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104309>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420924000712?via%3Dihub>. Acesso em: 31 jan. 2025.

PUFF, J. Sistema de alertas reduz mortes, mas desastres ainda desafiam Rio. **BBC News Brasil**, Rio de Janeiro, 10 jan. 2014. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/01/140109_enchentes_rio_jp_lk. Acesso em: 06 abr. 2025.

SAINTE, G.; CATAIA, M. Vulnerabilidade socioterritorial e eventos geográficos: o caso do Haiti. **Geografia em Questão**, [s. l.], v. 17, p. 193-226, abril 2024. DOI: <https://doi.org/10.48075/geoq.v17i02.29799>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/29799>. Acesso em: 28 jan. 2025.

SANTOS, A. C. S.; PONTES, A. N. Emissões de gases de efeito estufa e mudanças climáticas no estado do Pará. **Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente**, Humaitá, v. 15, n. 1, p. 87-105, jan./jun. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL). Sistema Estadual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais (Operação São Paulo Sem Fogo). [s. l.]: SEMIL, 2025. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/sma/sp-sem-fogo/>. Acesso em: 26 abr. 2025.

SENEVIRATNE, S. I.; ZHANG, X.; ADNAN, M.; BADI, W.; DERECHYNSKI, C.; DI LUCA, A.; GHOSH, S.; ISKANDAR, I.; KOSSIN, J.; LEWIS, S.; OTTO, F.; PINTO, I.; SATOH, M.; VICENTE-SERRANO, S. M.; WEHNER, M.; ZHOU, B. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.

Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2023, p. 1513–1766. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.013>. Acesso em: 08 jan. 2025.

SILVA JÚNIOR, F. P.; CHAVES, A. V. V. Desastres naturais no brasil: um estudo acerca dos extremos climáticos nas cidades brasileiras. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, Piauí, v. 2, p. 47-62, jan/jun 2021. DOI: [10.29327/261865.2.2-4](https://doi.org/10.29327/261865.2.2-4). Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/934>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SILVEIRA, M. P. L.; SANTOS, R. R. F. dos; ARAÚJO, L. P.; BRIANEZI, D. Valoração econômica ambiental de desastres naturais ocorridos na regional oeste de Belo Horizonte, MG. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 1-18, jan./jun. 2020. DOI: [10.59824/rmrh.v1i1.194](https://doi.org/10.59824/rmrh.v1i1.194). Disponível em: <https://periodicos.meioambiente.mg.gov.br/NM/article/view/194>. Acesso em: 23 fev. 2025.

VEGA, L. P.; BAUTISTA, K. T.; CAMPOS, H.; DAZA, S.; VARGAS, G. Biofuel production in Latin America: A review for Argentina, Brazil, Mexico, Chile, Costa Rica and Colombia. **Energy Reports**, [s. l.], v. 11, p- 28-38, jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.10.060>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484723014944?via%3Dihub>. Acesso em: 08 nov. 2024.

ZHENG, S.; WANG, R.; MAK, T. M. W.; HSU, S.; TSANG, D. C. W. How energy service companies moderate the impact of industrialization and urbanization on carbon emissions in China? *Science of The Total Environment*, [s. l.], v. 751, p. 1-9, jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141610>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720351391?via%3Dihub>. Acesso em: 09 nov. 2024.