

MUDANÇAS NO USO DA TERRA E GOVERNANÇA AMBIENTAL: SEUS EFEITOS SOBRE DESASTRES CLIMÁTICOS MUNICIPAIS**CHANGES IN LAND USE AND ENVIRONMENTAL GOVERNANCE: THEIR EFFECTS ON MUNICIPAL CLIMATE DISASTERS**

Carlos Roberto Souza Carmo

Universidade Federal de Uberlândia

<https://orcid.org/0000-0002-3806-9228>carlosjj2004@hotmail.com

Murilo Miceno Frigo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul

<https://orcid.org/0000-0002-2499-7592>murilo.frigo@ifms.edu.br

Fernando de Lima Caneppele

Universidade de São Paulo

<https://orcid.org/0000-0003-4498-8682>caneppele@usp.br**Resumo**

Esta investigação teve por objetivo analisar como fatores quantitativos relacionados às mudanças no uso e cobertura da terra, e ainda, fatores qualitativos relacionados à governança ambiental podem contribuir para a mitigação dos efeitos das ocorrências de desastres decorrentes de extremos climáticos em nível municipal. Para tanto, foi utilizada uma amostra de pesquisa formada com base nos dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil e do Índice Mineiro de Responsabilidade Social da Fundação João Pinheiro, e ainda, procedimentos analíticos baseados em técnicas de aproximação polinomial, estatísticas descritivas, teste U de Mann-Whitney para amostras independentes e teste qui-quadrado para avaliação da associação entre duas ou mais variáveis, aplicados aos dados dos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos ocorridos no Brasil, e suas consequências para os cidadãos afetados (mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados e desaparecidos), ao longo dos anos 2000-2022. Entre outros resultados, esta investigação permitiu confirmar as tendências de elevação na frequência de ocorrência e na intensidade dos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos, tanto em nível nacional quanto estadual. Também ficou evidenciado que os municípios com maiores percentuais de área coberta com florestas plantadas e flora natural, e menores percentuais de área coberta com infraestrutura urbana e à agropecuária são menos susceptíveis às consequências dos desastres causados por eventos climáticos extremos. Por outro lado, a existência de órgãos colegiados destinados à governança e segurança ambiental mostrou-se indiferente em relação às consequências decorrentes de desastres causados por eventos climáticos extremos, segundo a amostra desta pesquisa.

Palavras-chave: meio ambiente; energia; mitigação; clima.**Resumo do processo editorial:**

- Submissão em: 12/11/2024.
- Envio para avaliação em: 10/12/2025.
- Término da avaliação em: 07/01/2026.
- Correções solicitadas em: 19/01/2026.
- Recebimento da versão ajustada em: 08/02/2026.
- Aprovação final 10/03/2026.

Abstract

This investigation aimed to analyze how quantitative factors related to changes in land use and cover, as well as qualitative factors related to environmental governance, can contribute to mitigating the effects of disasters resulting from climate extremes at the municipal level. To this end, a research sample formed based on data from the Digital Atlas of Disasters in Brazil and the Minas Gerais Social Responsibility Index of the João Pinheiro Foundation was used, as well as analytical procedures based on polynomial approximation techniques, descriptive statistics, U test Mann-Whitney for independent samples and chi-square test to evaluate the association between two or more variables, applied to data on disasters resulting from extreme weather events that occurred in Brazil, and their consequences for affected citizens (dead, injured, sick, homeless, displaced and missing), over the years 2000-2022. Among other results, this investigation made it possible to confirm increasing trends in the frequency of occurrence and intensity of disasters resulting from extreme climate events, both at national and state levels. It was also evident that municipalities with higher percentages of area covered with planted forests and natural flora, and lower percentages of area covered with urban and agricultural infrastructure are less susceptible to the consequences of disasters caused by extreme weather events. On the other hand, the existence of collegiate bodies dedicated to governance and environmental security proved to be indifferent in relation to the consequences resulting from disasters caused by extreme weather events, according to the research sample.

Keywords: environment; energy; mitigation; climate.

1 Introdução

Com o objetivo de limitar o aumento da temperatura global a 2° Celsius, tomando como referência a temperatura observada nos períodos que antecederam a revolução industrial, o Acordo Climático de Paris de 2015 demandou que os países participantes desenvolvessem ações necessárias para a redução das emissões dos gases do efeito estufa (Gupta; Davis; Kumar, 2021; Santos *et al.*, 2024). Tais ações obrigatoriamente requerem o desenvolvimento de políticas públicas mais efetivas na mitigação do aquecimento global, sendo imperativo reduzir consideravelmente as emissões de gases produzidos a partir das atividades humanas, até 2050 (Löfgren; Rootzén, 2021).

Essa elevação nos níveis de emissão e acúmulo dos gases do efeito estufa, especialmente o CO₂, tem impactado negativamente as pessoas, a economia e o planeta de uma maneira geral (Pradhan *et al.*, 2024). Especificamente em relação aos seres humanos, tais efeitos estão relacionados às consequências geradas pela poluição e pela ocorrência de desastres decorrentes eventos climáticos como secas, incêndios florestais, inundações, furacões, ondas de frio, tempestades tropicais entre outros (Amirkhani *et al.*, 2022; Pradhan *et al.*, 2024; Serrão *et al.*, 2023).

Contudo, a elevação da temperatura terrestre é um fenômeno de grande amplitude e natureza global e, de outra forma, os respectivos efeitos sobre o clima, por exemplo, os desastres decorrentes de eventos extremos, apresentam caráter regional com consequências localizadas (municípios mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados e desaparecidos). Logo, é premente que sejam desenvolvidas políticas voltadas às questões ambientais com a finalidade de se proteger a humanidade dos efeitos de futuros eventos climáticos de natureza extrema, com vistas também à saúde do planeta (Agache *et al.*, 2022).

Por isso, pesquisas que busquem avaliar a existência de relacionamentos entre fatores como mudanças no uso e cobertura da terra, bem como, a governança ambiental podem contribuir para direcionamento de políticas voltadas às questões ambientais de uma maneira geral, e especialmente na orientação da tomada de decisões que permitam proteger a sociedade dos efeitos de eventos climáticos de natureza extrema, ocasionados pelas mudanças impostas a partir da elevação nos níveis de emissão e acúmulo dos gases do efeito estufa. Nesse sentido, esta investigação teve por objetivo geral analisar como fatores quantitativos relacionados às mudanças no uso e cobertura da terra, e ainda, fatores qualitativos relacionados à governança ambiental podem contribuir para a mitigação dos efeitos das ocorrências de desastres decorrentes de extremos climáticos em nível municipal.

No atual contexto socioeconômico mundial, a intensificação da atividade humana e o desenvolvimento da sociedade têm provocado aumentos no consumo de combustíveis fósseis (Pradhan *et al.*, 2024) e provocado profundas mudanças no uso e cobertura da terra, o que eleva a produção e a concentração atmosférica dos gases causadores do efeito estufa (GEE), alterando significativamente o equilíbrio radiativo do planeta ao fazer com que o calor gerado pelo sol fique retido na atmosfera (Bhatti *et al.*, 2024). Esse aquecimento modifica o balanço de radiação e a troca de energia pelo sistema superfície-atmosfera de tal forma que impacta os níveis de precipitação e a sua distribuição espaço-temporal, gerando consequências diversas e, em grande parte, relacionadas às propriedades hidrológicas como escoamento superficial e a quantidade de água no solo (Serrão *et al.*, 2023), ou ainda, a falta de chuvas e outras alterações no clima do planeta.

As alterações de temperatura provocadas pelos GEE contribuem para a ocorrência de eventos climáticos extremos como secas, condições severas de verão e/ou inverno, ondas de calor e/ou frio, inundações, entre outros (Amirkhani *et al.*, 2022). Contudo, tais condições climáticas de caráter extremo vêm aumentando tanto em frequência quanto em intensidade (Benincasa; Betz; Gattini, 2024; Chen *et al.*, 2024; Giordano; Boudet; Gard-Murray, 2020; Liao *et al.*, 2024), o que tem produzido cada vez mais eventos e consequências negativas para a população ao redor do mundo (Pradhan *et al.*, 2024; Serrão *et al.*, 2023). Tanto que, o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres, ou *United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNISDR), calcula que de 1995 a 2015 já morreram 606.000 pessoas em decorrência de eventos climáticos extremos, e ainda, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que entre 2030 e 2050 ainda ocorrerão cerca de 250.000 mortes devido às mudanças drásticas dos padrões climáticos mundiais (Amirkhani *et al.*, 2022).

Enquanto fenômeno multifacetado de longo alcance, os impactos das mudanças climáticas trazem riscos significativamente altos para a humanidade, a biodiversidade e a estabilidade natural do planeta (Bhatti *et al.*, 2024). Por isso, é imperativo reconhecer que essas mudanças decorrem de uma rede variada de interações que exigem uma série de políticas nacionais e, principalmente, regionais voltadas para a mitigação dos efeitos locais produzidos pelos desastres causados por eventos climáticos extremos.

Além disso, a maneira como secas, chuvas fortes, ondas de calor, ondas de frio, tempestades, dentre outros extremos climáticos, impactam indivíduos e ambientes é resultado da combinação de diferentes eventos e um determinado tipo de ecossistema (Chen *et al.*, 2024), sendo que, tudo isso ocorre em um nível local. Por exemplo, chuvas intensas ocorridas uma determinada região interagem com a topografia local e produzem desastres como alagamentos, enxurradas, movimento de massa etc., e, a depender da intensidade, podem gerar consequências que vão desde o desalojamento até a morte por afogamento, passando por ferimentos, enfermidades e desaparecimentos.

Por isso, a despeito de uma inegável correlação, não é possível estabelecer uma relação direta entre as causas das mudanças climáticas geradoras de extremos climáticos e os desastres decorrentes desses eventos, pois além de características multifacetadas e alcance de longo prazo (Bhatti *et al.*, 2024), tais impactos (eventos climáticos extremos) têm ocorrência regional e reflexos locais (combinação do evento com fatores ambientais). Ou seja, assim como o aumento da temperatura global é um dos efeitos da elevação na produção e acúmulo dos GEE na atmosfera ao redor do mundo, os desastres decorrentes de eventos extremos podem ser entendidos como ocorrências de caráter regional que têm consequências localizadas, porém, são um reflexo de um fenômeno global.

Uma vez que tais desastres produzem impactos que podem variar de inconvenientes até catastróficos, eles têm a capacidade de atuar como eventos focais que demandam à implementação de ações e políticas voltadas para a adaptação aos riscos das mudanças climáticas (Giordano; Boudet; Gard-Murray, 2020). E, nesse sentido, ainda que de forma indireta, podem ser observadas relações entre as consequências dos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos e fatores quantitativos relacionados às mudanças no uso e cobertura da terra e fatores qualitativos relacionados à governança ambiental voltada para a mitigação dos efeitos locais das ocorrências de extremos climáticos em nível regional.

Se por um lado as mudanças no uso e cobertura da terra têm impactos sobre o processo de evapotranspiração, com efeitos sobre os ciclos hidrológicos e os sistemas climáticos, desempenhando um papel crucial na regulação do clima local, regional e global; por outro lado, regionalmente e em escala de campo (localmente), essas mudanças influenciam no escoamento superficial, nos regimes de precipitação e na recarga de água subterrânea (D'acunha *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024). Adicionalmente, ao considerar a complexidade oriunda da diversidade biológica, climática e física de regiões como a América do Sul, por exemplo, as conversões das áreas de vegetação natural em áreas voltadas para o uso agrícola ou urbano podem provocar mudanças climáticas em níveis regionais, além da perda da biodiversidade (Delgado *et al.*, 2022), e isso, por sua vez, tende a intensificar as consequências decorrentes daqueles eventos de natureza climática.

Em relação às ações de governança voltadas à mitigação dos efeitos das ocorrências de extremos climáticos em nível local, a deficiência de políticas específicas para esse fim reforça a vulnerabilidade socioambiental, além de elevar contrastes econômicos; pois, em última instância, é na escala municipal que os problemas decorrentes dos desastres climáticos efetivamente acontecem (Ferreira, 2024). Dada a sua proximidade com os cidadãos, a ação local voltada para a adaptação aos riscos climáticos pode fornecer respostas imediatas e direcionadas a eventos de natureza extrema ao lidar com suas consequências no curto prazo, além de influenciar a promoção de políticas públicas voltadas à mudança e adaptação de longo prazo (Giordano; Boudet; Gard-Murray, 2020).

Além disso, a ausência de um sistema de governança local voltado para a participação conjunta da comunidade e tomadores de decisões direcionadas ao planejamento urbano e ambiental, aliado à ausência de pessoal com conhecimento técnico nas secretarias municipais especializadas em meio ambiente, denota uma estrutura política frágil aplicada à interação entre o ser humano e a vida nas fronteiras municipais (Ferreira, 2024).

De todo modo, a necessidade urgente de se enfrentar as questões climáticas e os riscos relacionados às alterações ambientais, como os inegáveis e devastadores efeitos dos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos, geram uma demanda crescente por investimentos em soluções capazes de melhorar os padrões de segurança e mitigar riscos climáticos (Scolobig; Balsiger, 2024). Assim, ao buscar compreender como fatores quantitativos relacionados às

mudanças no uso e cobertura da terra, e ainda, fatores qualitativos relacionados à governança ambiental podem contribuir para a reduzir as consequências dos desastres causados por extremos climáticos em nível municipal, que é onde os problemas dessa natureza efetivamente acontecem (Ferreira, 2024), esta investigação pode contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas locais mais efetivas na mitigação dos efeitos decorrentes do aumento nas emissões de gases de efeito estufa, cujo alcance de longo prazo tende a impactar a cada vez mais a sociedade, tanto em frequência quanto em intensidade.

2 Material e Métodos

A amostra desta pesquisa foi composta a partir de duas fontes distintas de informações, ou seja: a base de dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023), junto à qual foram levantados os dados referentes ao total de 62.273 registros de ocorrências de desastres causados por eventos climáticos extremos ocorridos no Brasil, e suas consequências, ao longo período compreendido entre os anos 1991 (inclusive) e 2022 (inclusive), conforme a descrição apresentada no Quadro 1; e, a base de dados do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) da Fundação João Pinheiro (2023), onde foram levantados os dados para composição das *proxies* de fatores quantitativos relacionados às mudanças no uso e cobertura da terra e as *proxies* relacionadas aos fatores qualitativos inerentes à governança ambiental, para todos os 853 municípios do estado de Minas Gerais (MG), conforme a descrição detalhada no Quadro 2.

Quadro 1 – Descrição das variáveis de pesquisa referentes a desastres e consequências decorrentes de eventos climáticos extremos

Variável	Descrição	Categoria
Município	Nome do município	Variáveis utilizadas para classificação temporal e localização das ocorrências de desastres causados por eventos climáticos extremos
UF	Estado do município	
Data	Data de registro do protocolo	
Cód. municipal	Código de identificação do município no IBGE	
Óbitos	Pessoas que perderam suas vidas em decorrência direta dos efeitos do desastre	<i>Proxies</i> da intensidade das consequências decorrentes de desastres causados por eventos climáticos extremos
Feridos	Pessoas que sofreram lesões em decorrência direta dos efeitos do desastre e necessitam de intervenção médico-hospitalar, materiais e insumos de saúde (medicamentos, médicos, etc.)	
Enfermos	Pessoas que desenvolveram processos patológicos em decorrência direta dos efeitos do desastre	
Desabrigados	Pessoas que necessitam de abrigo público, como habitação temporária, em função de danos ou ameaça de danos causados em decorrência direta dos efeitos do desastre	
Desalojados	Pessoas que, em decorrência dos efeitos do desastre, desocuparam seus domicílios, mas não necessitam de abrigo público.	
Desaparecidos	Pessoas que necessitam ser encontradas, pois, em decorrência direta dos efeitos do desastre, estão em situação de risco de morte iminente e em locais inseguros/ perigosos	
Eventos	Descrição da tipologia de desastre	<i>Proxy</i> da frequência de ocorrência de desastres causados por eventos climáticos extremos

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2023).

Quadro 2 – Descrição das variáveis de pesquisa referentes às características dos municípios de MG

Variável	Descrição	Categoria
Floresta plantada-2022(%)	Corresponde ao percentual da área do município que é coberto por espécies plantadas para fins comerciais (como eucalipto e pinus).	<i>Proxies</i> de fatores quantitativos relacionadas às mudanças no uso e cobertura da terra em nível municipal
Flora nativa-2022(%)	Corresponde ao percentual da área do município que é coberto por vegetação natural. As florestas plantadas (Eucalipto e Pinus) não estão incluídas.	
Infraestrutura urbana-2022(%)	Corresponde ao percentual da área do município que é coberto por Infraestrutura urbana.	
Agropecuária-2022(%)	Corresponde ao percentual da área do município que é coberto por agropecuária.	
Existência de conselho municipal de meio ambiente-2021(binário)	O indicador aponta a existência do Conselho Municipal de Meio Ambiente. Conselho é um órgão colegiado, de natureza permanente, que tem por finalidade elaborar e desenvolver, em conjunto com a Prefeitura Municipal, os projetos destinados à promoção das atividades relacionadas (binário do tipo sim ou não).	<i>Proxies</i> de fatores qualitativos relacionados à governança ambiental em nível municipal
Existência de consórcios ou convênios em meio ambiente-2021(binário)	O indicador assinala se a administração municipal participa de consórcios públicos, ou convênios, ou acordos de parcerias com o setor privado ou tem o apoio formal de empresas e/ou da comunidade na área de meio ambiente (binário do tipo sim ou não).	
Existência de plano de contingência de proteção e defesa civil-2021(binário)	O indicador mostra se o município possui ou não plano de contingência de proteção e defesa civil (binário do tipo sim ou não).	

Fonte: elaborado pelos autores com base em Fundação João Pinheiro (2024).

Inicialmente, os dados referentes aos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos ocorridos no Brasil foram classificados por ano, ao longo do período compreendido entre os anos 2000 (inclusive) e 2022 (inclusive), e ainda, classificados de acordo com os respectivos municípios de ocorrência, de forma a identificar qual o comportamento desses eventos na esfera nacional (Brasil como um todo) e especificamente no estado de MG (unidade federativa). A escolha do período (2000-2022) se deu em consideração à ocorrência de eventos climáticos ocorridos no último ano do final do século XX (2000) e nos primeiros anos do século XXI (2001-2022). Adicionalmente, além da conveniência relacionada à disponibilidade de informações junto à Fundação João Pinheiro (2023) que compila um conjunto extenso e diversificado de indicadores utilizados para composição do IMRS, a escolha do estado de MG se deu em função dessa ser a unidade federativa com a maior quantidade de municípios e a segunda maior em quantidade de habitantes no Brasil, o que pode lhe conferir maior diversidade, além de ser o quarto maior estado brasileiro em área territorial.

Ao iniciar o processo de análise de dados, foram estimadas tendências para os anos de 2023 e 2024 referentes à frequência (quantidade de eventos em geral) e intensidade (quantidade de cidadãos atingidos por eventos climáticos extremos), para o Brasil como um todo e para o estado de MG, mediante o uso da técnica de aproximação polinomial, de forma a se confirmar a hipótese de crescimento em relação aos eventos climáticos extremos, tanto em frequência quanto em intensidade, conforme descrito na literatura relacionada ao tema (Amirkhani *et al.*,

2022; Benincasa; Betz; Gattini, 2024; Chen *et al.*, 2024; Giordano; Boudet; Gard-Murray, 2020; Liao *et al.*, 2024; Pradhan *et al.*, 2024; Serrão *et al.*, 2023).

A seguir, somente com base nos dados do estado de MG, procedeu-se à análise do perfil descritivo referente à frequência (quantidade de ocorrências, ou seja, 821 eventos) e intensidade (quantidade de cidadão afetados, isso é, quantidade de mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados e desaparecidos) em decorrência dos desastres causados por eventos climáticos extremos, exclusivamente para o ano de 2022, por ser esse o período mais recente disponível dentro da série de dados analisadas nesta pesquisa.

Depois de identificar os 821 desastres decorrentes de eventos climáticos extremos ocorridos nas cidades do estado de MG, seus 853 municípios mineiros foram classificados/separados de acordo com a ocorrência (491 municípios) ou não (362 municípios) de desastres causados por extremos climáticos. E ainda, para os 491 municípios nos quais foram identificados algum tipo de desastre, procedeu-se uma segunda classificação/separação, na qual foram identificados os municípios com algum tipo de consequência para, pelo menos, um de seus munícipes (mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados ou desaparecidos), sendo identificados 332 municípios com ocorrência e com consequência. Também foram identificados aqueles municípios nos quais ocorreram desastres e não foram observadas consequências aos seus munícipes, ou seja, 159 municípios.

Uma vez que esta pesquisa teve por objetivo analisar como como fatores quantitativos relacionados às mudanças no uso e fatores qualitativos relacionados à governança ambiental podem contribuir para a mitigação dos efeitos das ocorrências de extremos climáticos em nível municipal, não foram realizadas análises envolvendo os dados daqueles 362 municípios mineiros nos quais não foram observadas quaisquer tipos de ocorrências referente a desastres decorrentes eventos climáticos extremos.

A partir de então, este estudo buscou analisar comparativamente as variáveis *proxies* de fatores quantitativos relacionados às mudanças no uso e as variáveis *proxies* de fatores qualitativos relacionados à governança ambiental pertencentes, exclusivamente, aos 491 municípios de MG nos quais foram identificadas ocorrências de algum tipo de desastre decorrente evento climáticos extremo, com base nas ocorrências de consequências trazidas para seus munícipes (332 observações), ou ainda, sem consequências ao seus munícipes (159 observações). E, para tanto, o processo de análise dessas 2 categorias de classificação utilizou estatísticas descritivas baseadas em média, mediana, desvio padrão, mínimo, máximo, 1º quartil e 3º quartil, além da frequência de ocorrência de desastres e consequências propriamente ditos.

Finalmente, com base naquela classificação aplicada aos 491 municípios de MG nos quais ocorreram desastres, dos quais 159 não apresentaram consequências aos seus munícipes e 332 apresentaram consequências aos seus munícipes, foi aplicado o teste U de Mann-Whitney para amostras independentes com o objetivo de avaliar a igualdade de distribuições, cujas hipóteses testadas para um nível de significância de 5,00% (0,05) foram:

- a) hipótese nula (H_0) = as distribuições das variáveis quantitativas analisadas podem ser consideradas estatisticamente iguais (sig. do valor-p $\geq 0,05$), quando comparadas entre as categorias de “municípios com ocorrência de desastres e sem consequências para seus munícipes *versus* municípios com ocorrência de desastres e com consequências para seus munícipes”; e
- b) hipótese alternativa (H_1) = aquelas distribuições das variáveis quantitativas comparadas não podem ser consideradas estatisticamente iguais (sig. do valor-p $< 0,05$).

Nesse sentido, a aplicação do teste U de Mann-Whitney para amostras independentes levou em conta somente as distribuições das variáveis quantitativas utilizadas como *proxies* das mudanças do uso e cobertura da terra já descritas anteriormente no Quadro 2. A opção pelo teste U de Mann-Whitney para amostras independentes se deu em função deste ser um teste não paramétrico utilizado alternativamente ao teste t de Student, quando os pressupostos desse último não são atendidos. E, no caso desta investigação, o fator impeditivo para a utilização do teste t de Student foi a ausência de distribuição normal para as séries de dados municipais e as variáveis *proxies* referentes às características dos municípios de MG.

As variáveis *proxies* de fatores qualitativos relacionados à governança ambiental em nível municipal (binárias do tipo sim ou não) referentes à existência de conselho municipal de meio ambiente, existência de consórcios ou convênios em meio ambiente e existência de plano de contingência de proteção e defesa civil foram comparadas mediante o uso do teste qui-quadrado (χ^2) para avaliação da associação (ou independência) entre duas ou mais variáveis. Sendo que, a opção pelo teste qui-quadrado (χ^2) para avaliação da associação (ou independência) entre duas ou mais variáveis se deu em função da natureza das variáveis analisadas (qualitativas).

Dessa maneira, ao levar em conta seu objeto de estudo, seu objetivo geral e a respectiva metodologia de análise, esta investigação pode ser classificada como uma pesquisa empírico-analítica apoiada em métodos quantitativos aplicados, com vistas à possibilidade de contribuir para o apoio à tomada de decisões e desenvolvimento de políticas públicas mais efetivas voltadas para a mitigação dos efeitos das emissões de GEE, assim como, para o planejamento estratégico em setores chave da economia, como energia, indústria e, especialmente, a agropecuária, entre outros.

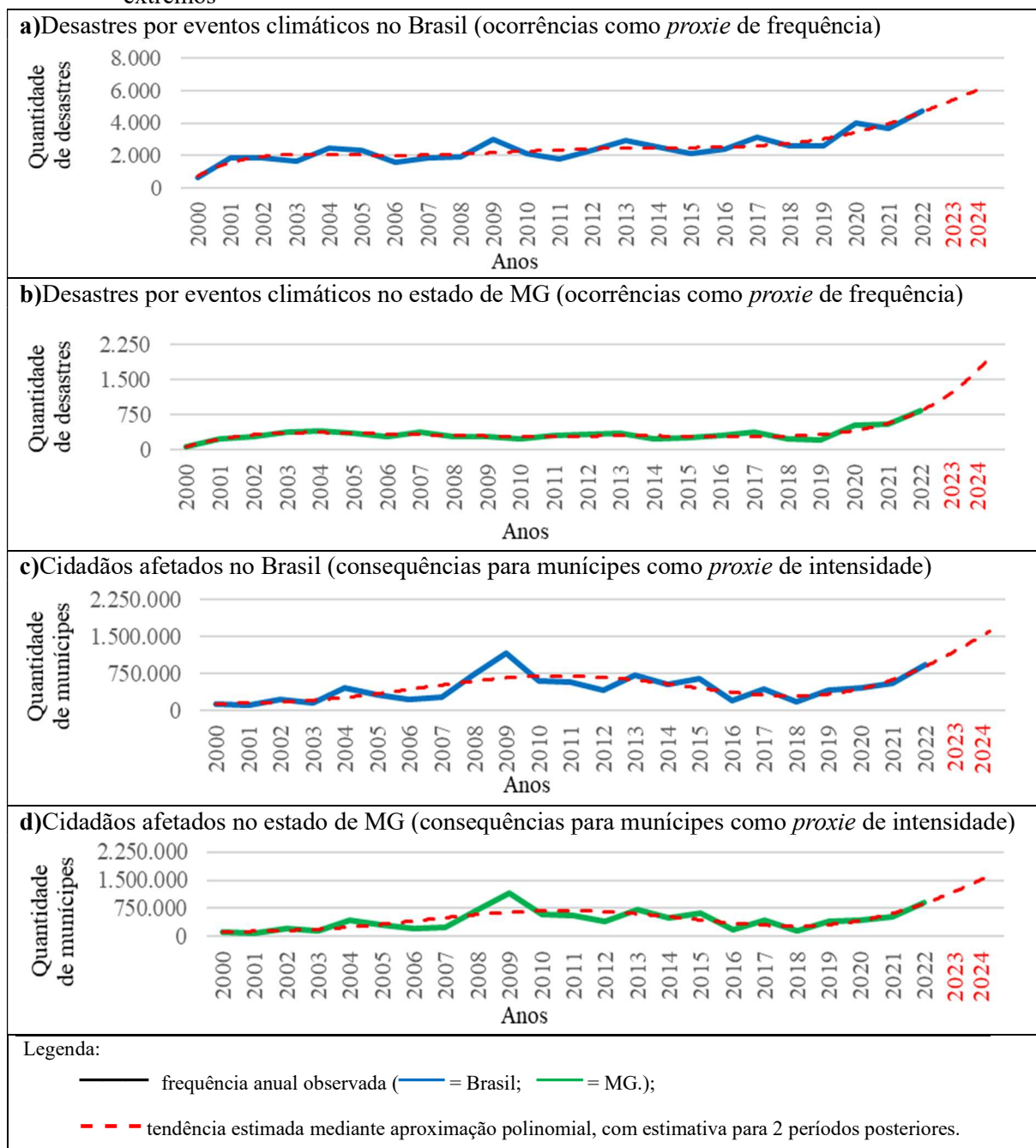
3 Resultados e Discussão

A partir de um recorte longitudinal com dados dos anos 2000 até 2022, assumindo a quantidade total anual de ocorrências referentes a desastres decorrentes de eventos climáticos extremos como *proxie* de frequência, e ainda, as respectivas quantidades totais anuais de consequências para os cidadãos afetados (mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados e desaparecidos) como *proxie* de intensidade, pôde-se corroborar o consenso observado na literatura relacionada à temática das mudanças acerca do aumento na frequência e na intensidade desses eventos extremos, tanto nacionalmente conforme demonstram as Figura 1a e 1c, quanto no estado de MG conforme demonstram as Figuras 1b e 1d.

Depois de analisados os dados referentes àquele recorte longitudinal (2000-2022), as estimativas realizadas para o contexto nacional como um todo e para MG, mediante o uso da técnica de aproximação polinomial, corroboraram a existência das tendências no aumento da frequência (Figuras 1a e 1b) e da intensidade (Figuras 1c e 1d) dos eventos climáticos extremos, segundo as projeções realizadas para os anos de 2023 e 2024, cujos dados ainda não estavam disponíveis na base do Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2023).

Ao realizar a análise dos dados do estado de MG referentes ao ano de 2022, exclusivamente, o perfil descritivo da frequência (quantidade de ocorrências) identificou 821 desastres e 16 categorias de eventos climáticos extremos, com pelo menos 1 ocorrência observada para 14 dessas categorias, conforme os dados resumidos na Tabela 1. Ou seja, diferentemente do contexto nacional, em MG não ocorreram desastres relacionados a doenças infecciosas e tornados, que tiveram algum tipo de ocorrência no contexto nacional.

Figura 1 – Análise evolutiva e tendências referentes à frequência e à intensidade dos eventos climáticos extremos



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

Segundo a amostra desta pesquisa, cujo perfil está detalhado na Tabela 1, as chuvas intensas causaram o maior número de desastres, pois mais da metade dos eventos observados (53,49%) referem-se a essa categoria de evento climático extremo. Os desastres causados por estiagem e seca ocuparam o segundo lugar (18,39%) na quantidade total de desastres causados pelos eventos climáticos integrantes da amostra desta pesquisa. Em conjunto, esses dois tipos

de eventos extremos responderam por quase 75% (53,49% + 18,39% ≈ 72%) do total de desastres ocorridos em MG.

Tabela 1 – Frequência e intensidade dos desastres decorrentes de eventos climáticos ocorridos em MG no ano de 2022

Eventos	Desastres (frequência)	Consequências (intensidade)						Total
		Mortos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos	
Alagamentos	25	1	1	1	607	1.702	0	2.312
Chuvas intensas	440	16	137	1.329	15.776	104.076	32	121.366
Doenças infecciosas	0	0	0	0	0	0	0	0
Enxurradas	18	2	13	0	8	289	0	312
Erosão	1	0	0	0	0	0	0	0
Estiagem e seca	151	0	0	0	0	0	0	0
Granizo	36	1	56	0	439	2.461	0	2.957
Incêndio florestal	40	0	0	0	0	0	0	0
Inundações	35	7	21	1	1.325	6.845	0	8.199
Movimento de massa	36	11	1.033	0	386	544	0	1.974
Onda de calor	1	0	0	0	0	0	0	0
Onda de frio	10	0	0	0	0	0	0	0
Outros	9	1	1	1	5	3	0	11
Rompim. de barragens	1	0	0	0	0	0	0	0
Tornado	0	0	0	0	0	0	0	0
Vendavais e ciclones	18	0	5	0	254	514	0	773
Total	821	39	1.267	1.332	18.800	116.434	32	137.904

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

Em relação à intensidade dos eventos climáticos extremos ocorridos em MG no ano de 2022, as chuvas intensas também foram responsáveis pelo maior número de municípios atingidos por desastres decorrentes eventos climáticos extremos (88,01%), e ainda, foram caracterizadas como o evento responsável pela maior letalidade dentre as categorias analisadas (quantidade de mortes = $16/39 \times 100 \approx 41\%$), conforme os dados descritos na Tabela 1.

Ao analisar a distribuição daqueles 821 desastres decorrentes de eventos climáticos extremos classificados de acordo com os 853 municípios de MG, foram identificados 362 municípios sem ocorrência de algum tipo de desastre, sendo que, a partir desse ponto, tais municípios deixaram de integrar o processo de análise deste estudo. Foram identificados ainda outros 491 municípios com ocorrência de desastres causados por eventos climáticos extremos. Ou seja, a maioria dos municípios de MG ($491/853 \times 100 \approx 58\%$) experimentou pelo menos 1 tipo de desastre decorrente eventos climáticos extremos no ano de 2022.

Dentre esses 491 municípios atingidos por eventos climáticos extremos, 195 municípios experimentaram mais de um desastre causado por eventos de mesma natureza e/ou eventos de naturezas distintas, valendo destacar: o município de Cambuí com desastres decorrentes de 27 incêndios, 1 por de chuva extrema e 1 por outros tipos de desastres; Juiz de Fora com desastres decorrentes de 8 ondas de frio, 7 causados por chuva extrema, 1 por estiagem e seca, 1 por movimento de massa e 1 por granizo; Barbacena com 3 alagamentos, 2 chuvas intensas, 1 movimento de massa, 1 por granizo, e 1 por outros tipos de desastres; Cataguases com 3 chuvas intensas, 1 por granizo, 1 inundações e 1 por vendaval e ciclones; São Francisco com 3 chuvas intensas, 1 estiagem e seca e 1 incêndio florestal; entre outros que totalizam aqueles 195 municípios com mais de um desastre ao longo do ano de 2022, cujo total geral de desastres foi de 525 ocorrências, perfazendo uma quantidade média de 3 desastres/municípios ($525 / 195 \approx$

3). Sendo que, os 296 municípios restantes (491-195= 296) apresentaram somente uma ocorrência de desastre cada um, ao longo do ano de 2022.

Sob a perspectiva das consequências trazidas pelos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos (mortes, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados ou desaparecidos), a análise da distribuição daqueles 491 municípios de MG com ocorrências observadas identificou 159 municípios nos quais ocorreram desastres sem algum tipo de consequência para seus municípios, cujas estatísticas das suas características municipais (variáveis *proxies*) estão resumidas na Tabela 2, sendo que, as características municipais (variáveis *proxies*) daqueles outros 332 municípios com ocorrência de desastres e com a ocorrência de algum tipo de consequência estão resumidas na Tabela 3. Ou seja, a maioria dos municípios mineiros com ocorrência de desastres (332/491x100 ≈ 68%) experimentou algum tipo de consequência decorrente de eventos climáticos extremos, ou ainda, mais de um terço do total dos municípios do estado de MG (332/853x100≈ 39%) passaram por essa mesma situação.

Tabela 2 – Análise descritiva referente às características dos municípios de MG nos quais ocorreram desastres e não foram observadas consequências aos seus municípios^(a)

Variáveis	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	1º quartil	3º quartil
Floresta plantada-2022(%)	3,68%	1,60%	5,09%	0,00%	24,31%	0,29%	4,44%
Flora nativa-2022(%)	39,15%	35,65%	20,42%	8,02%	93,70%	20,90%	54,87%
Infraestrutura urbana-2022(%)	0,63%	0,28%	1,47%	0,02%	15,12%	0,15%	0,48%
Agropecuária-2022(%)	55,68%	60,67%	22,11%	6,21%	89,40%	37,96%	75,62%

Observações:

(a) n= 159 municípios, sendo que:

existência de conselho municipal de meio ambiente-2021 = 149 municípios (94% de n);

existência de consórcios ou convênios em meio ambiente-2021 = 50 municípios (31% de n);

existência de plano de contingência de proteção e defesa civil-2021 = 80 municípios (50% de n).

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

Tabela 3 – Análise descritiva referente às características dos municípios de MG nos quais ocorreram desastres e foram observadas consequências aos seus municípios^(a)

Variáveis	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	1º quartil	3º quartil
Floresta plantada-2022(%)	2,24%	0,85%	3,59%	0,00%	26,81%	0,21%	2,60%
Flora nativa-2022(%)	30,38%	25,62%	16,68%	4,07%	95,76%	17,95%	38,88%
Infraestrutura urbana-2022(%)	2,13%	0,45%	6,80%	0,03%	80,67%	0,23%	1,13%
Agropecuária-2022(%)	63,95%	69,22%	19,05%	3,98%	91,86%	51,14%	78,89%

Observações:

(a) n= 332 municípios, sendo que:

existência de conselho municipal de meio ambiente-2021 = 301 municípios (91% de n);

existência de consórcios ou convênios em meio ambiente-2021 = 94 municípios (28% de n);

existência de plano de contingência de proteção e defesa civil-2021 = 167 municípios (55% de n).

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

Ao analisar as características municipais referentes às variáveis quantitativas representativas das *proxies* de mudanças no uso e cobertura da terra, nenhuma delas pôde ser considerada estatisticamente igual, comparativamente entre os municípios com desastres sem consequências (Tabela 2) *versus* os municípios com desastres e com consequências (Tabela 3). Ou seja, foram observadas significâncias dos respectivos valores-padrão menores que 5,00% (sig. do valor-p < 0,05) para as distribuições referentes aos percentuais da área municipal

ocupada com flora plantada, percentual de flora nativa, percentual de área destinado à infraestrutura urbana e percentual de área coberta pela atividade agropecuária), conforme os resultados do teste U Mann-Whitney descritos na Tabela 4.

Essa evidência demonstrou, com base nas respectivas estatísticas descritivas, que os municípios com maiores percentuais de área coberta com florestas plantadas e flora natural, e ainda, menores percentuais de área coberta com infraestrutura urbana e áreas destinadas à agropecuária tendem a não sofrer as consequências sociais decorrentes de desastres causados por eventos climáticos. E isso, por sua vez, corrobora com as ponderações de D'acunha *et al.*, (2024), Silva *et al.* (2024) e Serrão *et al.* (2023), acerca da influência desse tipo de variável (mudanças no uso e cobertura da terra) no escoamento superficial, nos regimes de precipitação e na recarga de água subterrânea.

Tabela 4 - Resumo dos resultados do teste U de Mann-Whitney para amostras independentes ^(a)

Variáveis comparadas	Municípios com ocorrências ^(b)	
	Estatística do teste	Sig. do valor-p
Floresta plantada-2022(%)	22.167,00	0,004
Flora nativa-2022(%)	19.959,50	0,000
Infraestrutura urbana-2022(%)	34.312,00	0,000
Agropecuária-2022(%)	32.169,50	0,000

Legenda:

(a) nível de significância de 0,05;

(b) total de 491 municípios com dados comparados (n=491), sendo 159 com ocorrência de desastres e sem consequências para seus municípios (n=159) e 332 com ocorrência de desastres e com consequências para seus municípios (n=332).

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

Em relação às variáveis representativas das *proxies* de fatores qualitativos relacionados à governança ambiental em nível municipal, em termos relativos (%), tanto os municípios nos quais ocorreram desastres decorrentes de eventos climáticos sem consequências, cujos dados estão resumidos ao final da Tabela 2, quanto os municípios nos quais ocorreram desastres decorrentes de eventos climáticos com consequências, cujos dados estão descritos ao final da Tabela 3, apresentaram valores relativos (percentuais) próximos para a existência de conselho municipal de meio ambiente, existência de consórcios ou convênios em meio ambiente e existência de plano de contingência de proteção e defesa civil.

Essa constatação proximidade percentual foi corroborada pelo resultado da aplicação do teste qui-quadrado para avaliação da associação (ou independência) entre duas ou mais variáveis. Ou seja, o teste qui-quadrado demonstrou que não há associação entre aquelas 3 classes de variáveis qualitativas analisadas com a ocorrência de consequências de eventos climáticos extremos para os municípios de MG, uma vez o valor parâmetro da respectiva estatística foi superior a 5,00% ($\chi^2_{[2]} = 0,225$, com valor-p = 0,894 $\therefore >0,05$).

Essa evidência indicou que as ações locais voltadas para a adaptação aos riscos climáticos propostas por meio de processos de governança baseados na participação conjunta de tomadores de decisão e as respectivas comunidades, com vistas à constituição de conselhos municipais de meio ambiente, consórcios ou convênios em meio ambiente e planos de contingência de proteção e defesa civil, não têm sido capaz de direcionar o planejamento urbano e ambiental de forma a gerar diferenças significações entre municípios com ocorrência de desastres e sem consequências para seus municípios, comparativamente, aos municípios com ocorrência de desastres e com consequências para seus municípios. Isso, por sua vez, denota que

não estão sendo implementadas ações de governança ambiental capazes de melhorar os padrões de segurança e mitigar os riscos climáticos em nível municipal, conforme proposto por Ferreira 2004, e ainda, Scolobig e Balsiger (2024).

4 Considerações Finais

Esta investigação permitiu confirmar, mediante projeções, as tendências referentes ao aumento na frequência de ocorrência e na intensidade dos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos, tanto em nível nacional quanto estadual, segundo a respectiva amostra de pesquisa.

Também foi possível constatar que, em nível regional, as chuvas intensas causaram o maior número de desastres, representando mais da metade do total dos eventos climáticos extremos observados, segundo a amostra desta pesquisa. E ainda, em relação à intensidade dos eventos climáticos extremos propriamente dita, as chuvas intensas também foram responsáveis pelo maior número de municípios atingidos por desastres decorrentes eventos climáticos extremos em MG, e ainda, caracterizando-se como o evento responsável pela maior letalidade dentre as categorias analisadas.

Dentre os municípios atingidos por eventos climáticos extremos, mais de um terço deles experimentaram mais de um desastre causado por eventos de mesma natureza e/ou eventos de naturezas distintas. E ainda, sob a perspectiva das consequências trazidas pelos desastres decorrentes de eventos climáticos extremos, 68% dos municípios da amostra de pesquisa com ocorrência de desastres experimentou algum tipo de consequência decorrente de eventos climáticos extremos, ou ainda, 39% do total dos municípios de MG passou por essa mesma situação.

Em termos de variáveis que poderiam indicar diferenças significativas em relação à ocorrência ou não de consequências para os municípios mineiros, em função dos desastres causados por eventos climáticos extremos, ficou evidenciado, em termos estatístico-descritivos, que os municípios com maiores percentuais de área coberta com florestas plantadas e flora natural, e ainda, menores percentuais de área coberta com infraestrutura urbana e áreas destinadas à agropecuária tendem a não sofrer as consequências decorrentes de desastres causados por eventos climáticos. Por outro lado, a existência de órgãos colegiados destinados à governança e segurança ambiental mostrou-se incapaz de influenciar a ocorrência, ou não, de consequências decorrentes de desastres causados por eventos climáticos extremos.

Para continuidade desta investigação sugere-se a realização de análises voltadas para a identificação de variáveis *proxies* que permitam analisar como fatores relacionados, por exemplo, às condições socioeconômicas de vulnerabilidade das populações, ainda, como as ações e políticas públicas orçamentárias podem contribuir para a mitigação dos efeitos das ocorrências de extremos climáticos em nível municipal.

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.; TRAILD-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-

CARMO, C. R. S.; FRIGO, M. M.; CANEPPELE, F. de L.. Mudanças no uso da terra e governança ambiental: seus efeitos sobre desastres climáticos municipais. *CONTABILOMETRIA - Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting*, Monte Carmelo, v. 14, n. 1, p. 50-65, jan.-abr./2027.

1407, May 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/all.15229>. Acesso em: 14 junho 2024.

AMIRKHANI, M.; GHAEMIMOOD, S.; SCHREEB, J. V.; EL-KHATIB, Z.; YAYA, S.. Extreme weather events and death based on temperature and CO2 emission – A global retrospective study in 77 low-, middle- and high-income countries from 1999 to 2018. **Preventive Medicine Reports**, [s. l.], v. 28, e-article 101846, August 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2022.101846>. Acesso em: 09 jun. 2024.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2023.102508>. Acesso em: 05 jun, 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.118049>. Acesso em: 09 maio 2024.

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**. Brasília: MIDR, 2023. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/downloads.xhtml>. Consulta realizada em: 06 maio 2024-16h46.

CHEN, T.; DAI, J.; CHEN, X.; LIANG, C.; SHI, T.; LYU, Y.; ZHAO, F.; WU, X.; GAO, M.; HUANG, J.; ZHOU, S.; DOLMAN, H.. Agricultural land management extends the duration of the impacts of extreme climate events on vegetation in double-cropping systems in the Yangtze-Huai plain China. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 158, e-article 111488, January 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111488>. Acesso em: 06 jun. 2024.

D'ACUNHA, B.; DALMAGRO, H. J.; ZANELLA de ARRUDA, P. H.; BIUDES, M. S.; LATHUILLIÈRE, M. J.; URIBE, M.; COUTO, E. G.; BRANDO, P. M. ; VOURLITIS, G.; JOHNSON, M. S.. Changes in evapotranspiration, transpiration and evaporation across natural and managed landscapes in the Amazon, Cerrado and Pantanal biomes. **Agricultural and Forest Meteorology**, [s. l.], v. 346, e-article 109875, March 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109875>. Acesso em: 04 jun. 2024.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106815>. Acesso em: 03 jun. 2024.

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

CARMO, C R. S.; FRIGO, M. M.; CANEPPELE, F. de L.. Mudanças no uso da terra e governança ambiental: seus efeitos sobre desastres climáticos municipais. **CONTABILEMETRIA - Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting**, Monte Carmelo, v. 14, n. 1, p. 50-65, jan.-abr./2027.

1, p. 29-32, March 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2023.11.001>. Acesso em: 09 maio 2024.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **O índice mineiro de responsabilidade social – IMRS**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Estatísticas e Informações / Índice Mineiro de Responsabilidade Social – IMRS / Consultas / Dados do IMRS / Ano=2022 / Município =Todos / IMRS, consulta realizada em: 03 maio 2024 – 17h40. Disponível em: <https://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas>. Acesso em: 03 jun. 2023.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11077-020-09401-3>. Acesso em: 05 maio 2024.

GUPTA, A.; DAVIS, M.; KUMAR, A.. An integrated assessment framework for the decarbonization of the electricity generation sector. **Applied Energy**, [s. l.], v. 288, e-article 116634, 15 April 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116634>. Acesso em: 17 jun. 2024.

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. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.122832>. Acesso em: 10 maio 2024.

LÖFGREN, Å.; ROOTZÉN, J.. Brick by brick: governing industry decarbonization in the face of uncertainty and risk. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, [s. l.], v. 40, p. 189-202, September 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.07.002>. Acesso em: 19 jun. 2024.

PRADHAN, R. P.; NAIR, M. S.; HALL, J. H.; BENNETT, S. E.. Planetary health issues in the developing world: Dynamics between transportation systems, sustainable economic development, and CO₂ emissions. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 449, e-article 140842, 10 April 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140842>. Acesso em: 28 maio 2024.

SANTOS, F. S. dos; NASCIMENTO, K. K. F. do; JALE, J. da S.; XAVIER JÚNIOR, S. F. A.; FERREIRA, T. A. E.. Brazilian wind energy generation potential using mixtures of Weibull distributions, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 189, Part B, e-article 113990, January 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113990>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SCOLOBIG, A.; BALSIGER, J.. Emerging trends in disaster risk reduction and climate Change adaptation higher education, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 105, e-article 104383, April 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104383>. Acesso em: 08 jun. 2024.

SERRÃO, E. A. de O.; SILVA, M. T.; FERREIRA, T. R.; XAVIER, A. C. F.; SANTOS, C. A. dos; ATAIDE, L. C. P. de; PONTES, P. R. M.; SILVA, V. de P. R. da. Climate and land use

CARMO, C R. S.; FRIGO, M. M.; CANEPELE, F. de L.. Mudanças no uso da terra e governança ambiental: seus efeitos sobre desastres climáticos municipais. **CONTABILOMETRIA - Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting**, Monte Carmelo, v. 14, n. 1, p. 50-65, jan.-abr./2027.

change: future impacts on hydropower and revenue for the amazon. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 20, e-article 135700, January 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135700>. Acesso em: 06 jun. 2024.

SILVA, S. F. da; ARAÚJO, D. C. dos S.; VIANA, J. F. de S.; FONTES, A. S.; MEDEIROS, Y. D. P.; MONTENEGRO, S. M. G. L.. Analysis of the correlation between land use and surface runoff in a Brazilian savanna basin. **Journal of South American Earth Sciences**, [s. l.], v. 133, e-article 104724, January 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104724>. Acesso em: 06 jun. 2024.