

IMPACTOS DE DESASTRES NATURAIS NO SETOR INDUSTRIAL

IMPACTS OF NATURAL DISASTERS ON THE INDUSTRIAL SECTOR

Matheus Parizoti de Araújo^{1, i}

Amanda Ferreira Gomes^{2, ii}

Samantha Alves Pires Caetano^{3, iii}

Bruno Santos Silva^{4, iv}

Aruane M. Pineda Pertinhez^{5, v}

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos de desastres naturais sobre o setor industrial no estado de Minas Gerais, no período de 2013 a 2023. O estudo busca identificar correlações entre a frequência desses eventos e os prejuízos econômicos enfrentados pelas indústrias, além de apontar os municípios e as unidades do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) mais afetados. Pretende-se, ainda, compreender de que forma a qualificação da mão de obra local contribui para a recuperação do setor industrial diante desses eventos. A partir da análise de dados extraídos do Atlas Digital de Desastres e tratados com o auxílio da linguagem de programação *Python*, foi aplicada a correlação de *Pearson*, a qual evidenciou uma relação positiva e moderada entre picos de precipitação e prejuízos industriais. Os resultados apontam para a necessidade de medidas preventivas e de investimentos em infraestrutura resiliente, com o objetivo de minimizar os danos e garantir, além da continuidade das atividades produtivas, a segurança dos trabalhadores diante de eventos naturais extremos.

Palavras-chave: desastres naturais; setor industrial; chuvas intensas; SENAI; Minas Gerais.

ABSTRACT

This study aims to analyze the impacts of natural disasters on the industrial sector in the state of Minas Gerais, Brazil, from 2013 to 2023. The research seeks to identify correlations between the frequency of these events and the economic losses experienced by industries, as well as to identify the most affected

¹ Graduando em Inteligência e Análise de Dados da Faculdade SENAI Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle” de Tecnologia. E-mail: matheus.p.araujo7@aluno.senai.br

² Graduanda em Inteligência e Análise de Dados da Faculdade SENAI Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle” de Tecnologia. E-mail: amanda.f.gomes@aluno.senai.br

³ Graduanda em Inteligência e Análise de Dados da Faculdade SENAI Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle” de Tecnologia. E-mail: samantha.caetano@aluno.senai.br

⁴ Graduando em Inteligência e Análise de Dados da Faculdade SENAI Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle” de Tecnologia. E-mail: bruno.s.silva50@aluno.senai.br

⁵ Docente em Inteligência e Análise de Dados da Faculdade SENAI Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle” de Tecnologia. E-mail: aruane.pertinhez@sp.senai.br

municipalities and units of the National Service for Industrial Training (SENAI). Additionally, it aims to understand how the qualification of the local workforce contributes to the recovery of the industrial sector in the face of such events. Based on data extracted from the Digital Atlas of Natural Disasters and processed using the Python programming language, Pearson's correlation was applied, revealing a moderate positive relationship between precipitation peaks and industrial losses. The results highlight the need for preventive measures and investments in resilient infrastructure, with the goal of minimizing damage and ensuring not only the continuity of industrial activities but also the safety of workers in the face of extreme natural events.

Keywords: natural disasters; industrial sector; heavy rainfall; SENAI; Minas Gerais.

1 INTRODUÇÃO

O setor industrial brasileiro é uma peça fundamental da economia nacional, sendo responsável em grande parte pela geração de empregos e pela estrutura do Produto Interno Bruto (PIB). Em 2023, a indústria foi responsável por 25,5% do PIB brasileiro, principalmente a indústria de transformação, que representou 15,3% desse número total e ainda foi responsável por 31,5% da receita tributária federal, segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2023). Neste cenário, o estado de Minas Gerais se destaca por sua densidade industrial, especialmente nos setores de mineração, metalurgia, siderurgia, têxtil e de alimentos. No entanto, o aumento recente na frequência e intensidade de desastres naturais tem provocado impactos significativos na operação dessas indústrias.

Desastres naturais, como as chuvas intensas, afetam diretamente a infraestrutura industrial, ocasionando a suspensão da produção, prejuízos a equipamentos, danos ao transporte de matérias primas e, com isso, o aumento dos custos de recuperação. Um exemplo ocorreu em 2020, quando fortes chuvas paralisaram a produção de polos industriais no município de Juiz de Fora. Dados da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG, 2025) indicam que, entre 2020 e 2023, eventos climáticos extremos provocaram mais de R\$ 4,39 bilhões em prejuízos diretos, com perdas totais superiores a R\$ 11 bilhões quando considerados os danos indiretos, especialmente nos setores industrial, agropecuário e de serviços. Adicionalmente, tais prejuízos financeiros atingem também a sociedade de forma mais ampla, refletindo-se no aumento de demissões, paralisações e sobre a taxa de desemprego.

Com o intuito de compreender os impactos das chuvas intensas sobre o setor industrial mineiro, este trabalho tem como objetivo analisar os efeitos desses eventos no período de 2013 a 2023, relacionando os danos financeiros aos picos de ocorrência de desastres naturais. Para isso, foram utilizados dados do Atlas Digital de Desastres Naturais (ATLAS DIGITAL, 2022), abrangendo informações sobre prejuízos econômicos, tipologia dos desastres e distribuição por município. Após a filtragem dos dados, aplicou-se a correlação de Pearson entre essas

variáveis, cujo resultado evidenciou uma relação positiva e moderada nos anos com maior número de eventos de chuvas intensas e com os maiores prejuízos industriais. Este estudo também identificou os municípios com maior número de ocorrências de desastres naturais e localizou as unidades do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) presentes nessas regiões. Considerando o papel da instituição na formação profissional, sua atuação pode representar uma estratégia relevante para mitigar os impactos sociais e econômicos decorrentes desses eventos, especialmente no que se refere à capacitação de trabalhadores afetados.

Desse modo, o trabalho busca contribuir com uma análise minuciosa sobre os impactos das alterações climáticas no setor industrial. Ele apresenta a necessidade de medidas preventivas, melhoria de infraestrutura e a importância de políticas públicas e educacionais que capacitem indústrias e trabalhadores a enfrentar os efeitos adversos dos desastres naturais. Espera-se que os resultados obtidos possam financiar estratégias mais eficazes de adaptação, promovendo a resistência do setor industrial frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

1.1 Justificativa

O crescimento dos desastres naturais nos últimos anos tem revelado fragilidades estruturais e operacionais no setor industrial brasileiro, principalmente em estados como Minas Gerais, do qual a concentração de atividades econômicas estão localizadas em regiões passíveis a eventos climáticos extremos. Os prejuízos decorrentes de chuvas intensas têm comprometido significativamente a produtividade, a logística e a segurança das cadeias produtivas. Em especial, a vulnerabilidade da região Sudeste — que abriga os principais polos industriais do país, responsáveis por mais de 50% do PIB, além de concentrar centros industriais e logísticos — intensifica-se devido ao relevo montanhoso e o clima tropical, que eleva a exposição da infraestrutura a desastres geológicos e climáticos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), aproximadamente 23% do território da região apresenta alto risco de deslizamentos. Essas condições tornam essencial a análise da relação entre eventos extremos e prejuízos econômicos, já que comprometem diretamente a continuidade das operações, o abastecimento, o transporte e a segurança dos trabalhadores.

Além dos prejuízos materiais, os desastres naturais causam consequências a longo prazo, como o aumento do desemprego, a desestabilização do mercado de trabalho e a interrupção de processos de capacitação. Sendo assim, torna-se essencial compreender a relação entre os eventos climáticos extremos e os danos causados ao setor industrial, de forma a subsidiar estratégias de prevenção e adaptação. A presente pesquisa, ao analisar a correlação entre volume de precipitação e prejuízos industriais no período de 2013 a 2023, busca evidenciar padrões estatísticos que reforcem essa relação e apontem para a necessidade de ações coordenadas entre setores público e privado.

Outro aspecto relevante é a presença de unidades do SENAI nos municípios mineiros com maior incidência de desastres. Considerando que eventos extremos podem afetar diretamente a disponibilidade de mão de obra qualificada e o acesso à formação profissional, a atuação do SENAI nessas regiões assume papel estratégico na reconstrução produtiva e na empregabilidade local. O Mapa do Trabalho Industrial (CNI, 2024) projeta que Minas Gerais precisará qualificar 1,6 milhão de trabalhadores até 2027, o que reforça a importância de alinhar políticas educacionais às demandas territoriais e climáticas.

Por fim, a aplicação da correlação de Pearson entre os dados de precipitação e os registros de prejuízos industriais evidenciou uma relação estatística significativa, sugerindo que os impactos climáticos estão inerentemente ligados ao desempenho do setor. Assim, a justificativa para este estudo fundamenta-se na necessidade de compreender os impactos das mudanças climáticas sobre a indústria mineira e de destacar o papel da qualificação profissional como ferramenta de resiliência econômica e social frente aos desastres naturais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nas últimas décadas, o aumento da frequência e da intensidade dos desastres naturais tem sido amplamente discutido na literatura científica, principalmente por conta das mudanças climáticas. No Brasil, esses eventos vêm afetando setores estratégicos da economia, em especial o setor industrial, responsável por parcela significativa do PIB e da geração de empregos (FIEMG, 2025).

Estudos como o de Moreira et al. (2017) apontam que a vulnerabilidade das indústrias frente a eventos climáticos extremos decorre tanto da localização geográfica quanto da insuficiência de infraestrutura resiliente. As perdas vão desde danos físicos a equipamentos e instalações até a interrupção das atividades produtivas, com reflexos diretos na cadeia de suprimentos e no mercado de trabalho. No contexto brasileiro, Minas Gerais tem se destacado como um dos estados mais suscetíveis a desastres hidrometeorológicos, conforme demonstrado por análises do Atlas Digital de Desastres Naturais (DEFESA CIVIL NACIONAL; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2023). A combinação entre relevo acidentado, urbanização acelerada e deficiências na infraestrutura agrava o impacto das chuvas intensas, que comprometem não apenas rodovias e ferrovias, mas também o funcionamento de polos industriais estratégicos (DER-MG, 2024). Além dos prejuízos econômicos imediatos, há impactos sociais relevantes, como a perda de postos de trabalho e o comprometimento de instituições de educação profissional, como o SENAI. Segundo Kuenzer (2002), a formação técnica e contínua da mão de obra é fundamental para a recuperação e a resiliência do setor industrial em contextos de crise. Nesse sentido, políticas públicas que integrem prevenção, qualificação e reconstrução são apontadas como estratégias fundamentais para reduzir a vulnerabilidade das regiões afetadas (Nogueira et al., 2013).

Com base nessas contribuições teóricas, este estudo busca aprofundar a compreensão sobre os impactos dos desastres naturais no setor industrial mineiro, explorando a inter-relação entre eventos climáticos, perdas econômicas e formação

profissional como um tripé para a formulação de estratégias de

resiliência. **3 METODOLOGIA**

Para avaliar e comparar os registros de ocorrências de desastres naturais com seus impactos no setor industrial, foram empregadas análises exploratórias, quantitativas e qualitativas. Essas abordagens permitiram alcançar resultados e informações relevantes sobre os efeitos desses eventos no estado de Minas Gerais, relacionando os prejuízos industriais às ocorrências de desastres, bem como identificando as unidades do SENAI localizadas nos municípios afetados.

A abordagem quantitativa concentrou-se na análise da frequência dos eventos por tipo, ano e localidade, com ênfase na identificação dos períodos com maior incidência de chuvas intensas e estiagens. Na sequência, foram examinadas as informações referentes ao nível de impacto no setor industrial durante esses períodos críticos, buscando identificar eventuais correlações.

A utilização da análise exploratória possibilitou uma abordagem flexível do objeto de estudo, permitindo mapear padrões recorrentes e variações nos dados. A investigação qualitativa, por sua vez, teve papel fundamental na contextualização das evidências estatísticas, com base em fontes documentais oficiais que enriqueceram a interpretação dos resultados.

3.1 COLETA E INTEGRAÇÃO DE DADOS

Este estudo baseou-se em dados provenientes de entidades oficiais e organizações de credibilidade consolidada, garantindo a qualidade e a precisão das informações. As principais fontes de consulta foram:

1. **O Atlas Digital de Desastres Naturais do Brasil (1991 a 2023)**, disponibilizado pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), o qual apresenta registros georreferenciados de eventos climáticos extremos ocorridos em todo o país;
2. **A base de dados de infraestrutura das unidades do SENAI em Minas Gerais**, disponibilizada pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-FIEMG), contendo informações estruturais e de localização das unidades operacionais no estado;
3. **O relatório técnico da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG)** sobre os impactos econômicos das chuvas no setor industrial mineiro, que reúne análises de perdas, paralisações e prejuízos enfrentados pelas indústrias do estado.

3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

A etapa de análise quantitativa contou com a aplicação da linguagem Python, utilizando-se das bibliotecas Matplotlib e Seaborn para representar os dados por meio de gráficos e tabelas. Os dados extraídos das bases foram, inicialmente, submetidos a um processo de limpeza e reestruturação para garantir consistência

Com o objetivo de examinar possíveis associações entre a incidência de eventos climáticos extremos e os danos observados no setor industrial em Minas Gerais, no intervalo de 2013 a 2023, foi empregada a técnica estatística do coeficiente de correlação de Pearson. Esse método estatístico mede a intensidade e a direção da associação linear entre variáveis numéricas, permitindo verificar se o aumento na frequência de determinado evento está associado ao aumento (ou diminuição) de uma outra variável, neste caso, os prejuízos financeiros. A fim de identificar os municípios com maior vulnerabilidade aos eventos climáticos extremos no contexto da formação profissional, foi realizada uma análise cruzando a base de dados do Atlas Digital de Desastres Naturais com a listagem de cidades que possuem unidades do SENAI em Minas Gerais.

3.3 ANÁLISE QUALITATIVA

A avaliação qualitativa foi realizada a partir da análise de documentos e informações provenientes da FIEMG e do SENAI, no estado de Minas Gerais. Foram considerados relatórios e bases de dados contendo informações sobre as unidades do SENAI localizadas nos municípios mais afetados, especialmente por eventos de chuvas intensas nos últimos anos. A análise qualitativa teve como objetivo complementar os dados quantitativos, identificando evidências que corroborassem os achados do estudo, com destaque para ações adotadas por indústrias, órgãos governamentais e iniciativas articuladas em parceria com o SENAI no enfrentamento dos impactos causados pelos desastres naturais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS E SEUS IMPACTOS GERAIS

O estado de Minas Gerais concentra a maior quantidade de registros de eventos extremos na Região Sudeste entre os anos de 2000 e 2023. A pesquisa evidenciou que o estado lidera não apenas em número de ocorrências, mas também no volume de prejuízos econômicos causados ao setor industrial, especialmente por eventos climáticos extremos, como as chuvas intensas. Considerando o recorte de 2013 a 2023, período no qual foi aplicada a análise estatística, observou-se uma correlação positiva e moderada entre o aumento das ocorrências de chuvas intensas e os prejuízos industriais, evidenciando a relevância desses eventos para a dinâmica econômica do estado.

A figura 1 apresenta a tipologia de desastres naturais mais frequente por ano na Região Sudeste entre 2000 e 2023. Observa-se que, até 2019, as tipologias predominantes variaram entre estiagem e seca, inundações e enxurradas. A partir de 2020, contudo, há uma mudança expressiva no padrão: as chuvas intensas passam a ser o tipo de desastre mais recorrente, com destaque para os anos de 2020, 2022 e 2023, sendo 2022 o ano com maior número de ocorrências registradas em toda a série.

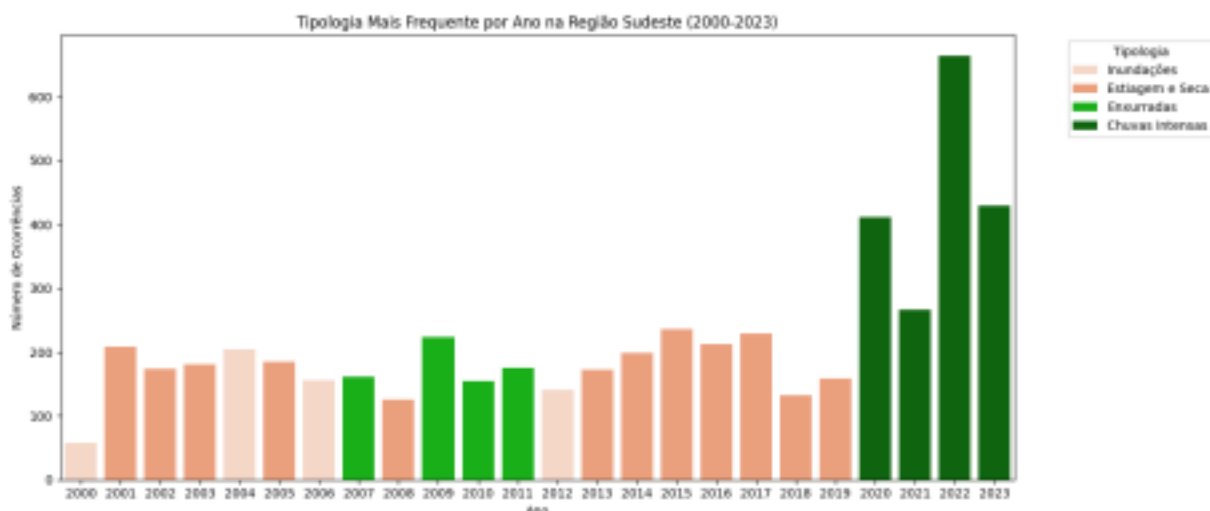


Figura 1 – Tipologia de desastre mais frequente por ano na região Sudeste (2000–2023).

Um dos principais fatores que explicam a concentração de desastres naturais em Minas Gerais é a extensão territorial do estado, o maior da Região Sudeste. Ainda assim, há outros fatores que também têm um peso significativo nos desafios enfrentados pela indústria local. Dentre eles, destacam-se os danos às estradas e ferrovias, fundamentais para o escoamento da produção industrial. As chuvas intensas, somadas a deslizamentos, desabamentos e processos de erosão, comprometem seriamente a infraestrutura das vias. A própria geografia e o relevo acidentado de Minas Gerais agravam esse cenário, favorecendo interdições e bloqueios em diversas regiões do estado.

O Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER-MG), responsável pela gestão e manutenção das rodovias estaduais, tem investido continuamente na melhoria da infraestrutura, buscando reduzir os impactos das chuvas. Em 2020, os investimentos totalizaram cerca de R\$203 milhões, valor ampliado para aproximadamente R\$500 milhões em 2024. Além disso, destaca-se a parceria firmada com o aplicativo Waze, que permite ao DER-MG emitir alertas em tempo real sobre ocorrências que afetam o tráfego, colaborando para a prevenção de acidentes e a redução de prejuízos logísticos (DER-MG, 2024).

4.2 CORRELAÇÃO ENTRE CHUVAS INTENSAS E PREJUÍZOS INDUSTRIAIS

A análise estatística revelou uma correlação positiva e moderada entre as ocorrências de chuvas intensas e os prejuízos na indústria, conforme representado na matriz de correlação na Figura 2. Essa relação indica que, nos anos com maior número de registros de chuvas intensas, também foram observados maiores valores de perdas industriais. O pico foi registrado em 2022, quando os prejuízos ultrapassaram R\$88 milhões, evidenciando o impacto direto desses eventos sobre a atividade produtiva.

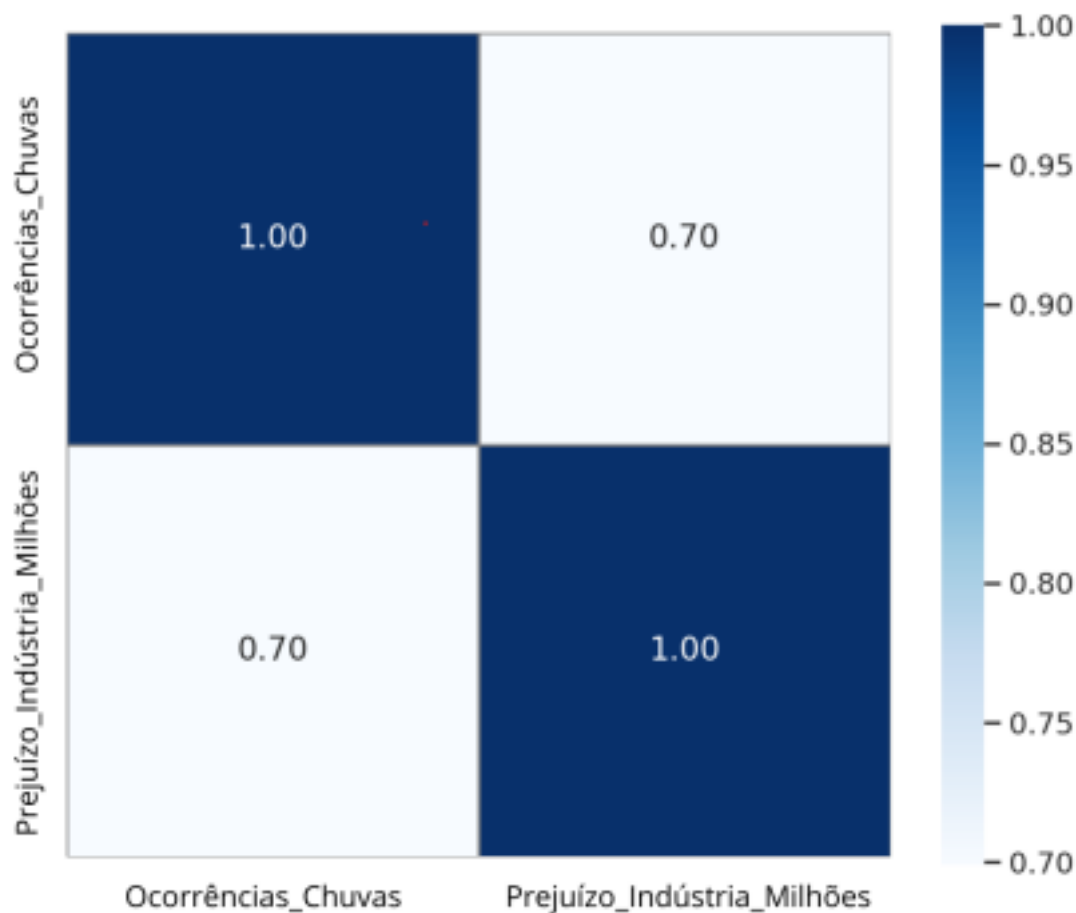


Figura 2 - Matriz de correlação entre chuvas intensas e prejuízos na indústria entre os anos de 2013-2023.

Por outro lado, os períodos de seca e estiagem também impõem dificuldades relevantes à indústria, principalmente nos ramos de alimentos e energia. A escassez hídrica afeta a produção e a qualidade dos alimentos, eleva os custos de operação e encarece as contas de energia elétrica, devido à redução do nível dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Esses efeitos não se limitam apenas à produção industrial — setores como saúde, transporte e abastecimento também são impactados, o que afeta diretamente os trabalhadores. Observa-se um aumento expressivo na frequência e severidade dos desastres naturais ao longo dos anos, com destaque para as chuvas intensas. Esse cenário vem se agravando em razão das mudanças climáticas, muitas vezes intensificadas pela ação humana, o que torna ainda mais urgente o debate sobre o tema e a implementação de políticas públicas eficazes. Medidas como o planejamento urbano, o investimento em infraestrutura resiliente e ações voltadas à prevenção e mitigação são essenciais para reduzir os danos causados por esses eventos, que tendem a continuar ocorrendo.

4.3 VULNERABILIDADE MUNICIPAL E O PAPEL DO SENAI

A análise dos registros de desastres classificados como chuvas intensas nos municípios com unidades do SENAI revelou as 10 cidades mais afetadas entre 2013 e 2023 (Figura 3). Juiz de Fora lidera o ranking com 23 ocorrências, seguida

por Belo Horizonte (11 ocorrências) e Pará de Minas (10 ocorrências). Essas cidades concentram parte importante da infraestrutura de formação técnica e profissional no estado, o que torna seus riscos climáticos ainda mais relevantes no planejamento institucional.

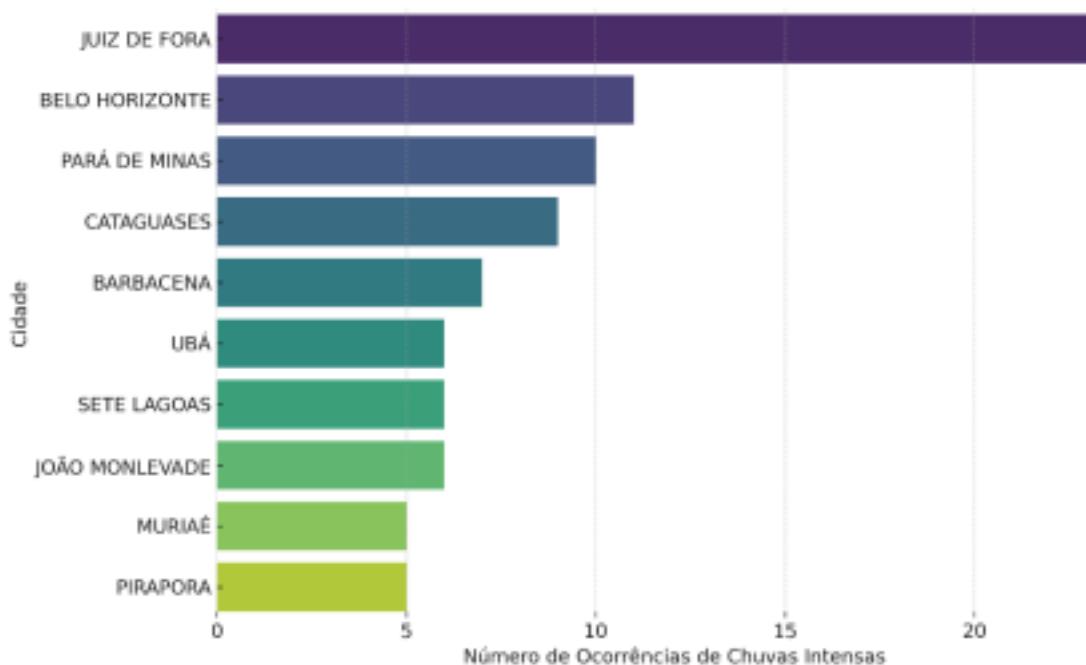


Figura 3 - Top 10 cidades com SENAI mais afetadas por chuvas intensas.

Nesse contexto, a FIEMG tem adotado medidas importantes para fomentar a conscientização e reduzir os impactos ambientais no setor industrial. Um exemplo é o programa Missão Carbono Zero, que apoia empresas na medição, redução e compensação de suas emissões de carbono, por meio de soluções e consultorias voltadas a práticas mais sustentáveis — uma contribuição concreta para o enfrentamento das mudanças climáticas (FIEMG, 2025).

Além disso, instituições como o SENAI e a própria FIEMG prestam apoio essencial aos municípios e indústrias afetadas por desastres naturais. Esse suporte inclui assistência técnica, mobilização de profissionais para a recuperação de equipamentos, ações de limpeza, reestruturação de espaços e articulação com outras entidades para atendimento emergencial às vítimas. No entanto, é importante considerar até que ponto o uso constante de recursos emergenciais é sustentável, já que isso pode comprometer verbas originalmente destinadas a outras áreas. Esse cenário reforça a importância de políticas preventivas bem estruturadas, capazes de reduzir a vulnerabilidade tanto da indústria quanto da sociedade diante de eventos extremos.

Este trabalho teve como objetivo analisar os impactos dos desastres naturais, com foco em chuvas intensas, estiagem e seca, sobre o setor industrial na Região Sudeste, com ênfase especial no estado de Minas Gerais, uma das áreas mais afetadas. Foi possível revelar uma correlação considerável entre os desastres naturais e seus efeitos sobre a atividade industrial e instituições de formação profissional, mostrando que os eventos climáticos extremos afetam diretamente tanto o setor produtivo quanto às estruturas educacionais relacionadas à qualificação profissional.

No período analisado (2013-2023), observou-se um aumento expressivo nas ocorrências de desastres naturais em Minas Gerais, em especial as chuvas intensas, que impactou significativamente o setor industrial, com prejuízos superiores a R\$165 milhões. A forte correlação positiva de 0,7 reforça a relação direta entre esses eventos climáticos e as perdas econômicas no setor industrial.

Embora medidas como o fortalecimento da infraestrutura rodoviária pelo governo estadual e programas sustentáveis, como o Missão Carbono Zero da FIEMG, venham sendo implementadas, os dados indicam que tais ações, apesar de relevantes, ainda são insuficientes diante da vulnerabilidade geográfica e da carência estrutural em diversas regiões. Portanto, torna-se fundamental o investimento contínuo em infraestrutura resistente e planejamento urbano sustentável, com foco na prevenção e adequação às mudanças climáticas.

Além dos prejuízos econômicos diretos, os desastres naturais também afetam consideravelmente instituições de formação profissional, como o SENAI. A exposição das unidades aos eventos extremos compromete a continuidade das atividades educacionais e a qualificação da mão de obra, fator essencial para a recuperação e o desenvolvimento das regiões atingidas. Por isso, fortalecer programas de capacitação voltados à atuação em cenários de crise torna-se uma estratégia fundamental.

Em resumo, os desastres naturais representam um desafio crescente ao desenvolvimento industrial em Minas Gerais. O levantamento de uma estratégia nacional resistente, envolvendo setor público, setor privado e instituições de ensino, é fundamental para garantir a continuidade das atividades econômicas e possibilitar o desenvolvimento sustentável de longo prazo. Como objetivo futuro, pretende-se ampliar a análise para outros estados brasileiros, contribuindo para um cenário nacional mais abrangente sobre os efeitos dos desastres naturais na indústria.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Atlas Digital de Desastres Naturais do Brasil: 1991 a 2023. Brasília, DF: MIDR, 2023. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/index.xhtml>. Acesso em: 23 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Brasília: MIDR, 2023.

Disponível em: <http://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/mapa-interativo.xhtml>. Acesso em: 6 jun. 2025.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. Indústria é escolha de futuro para o Brasil. 2023. Disponível em: <https://imprensa.portaldaindustria.com.br/posicionamentos/industria-e-escolha-de-futuro-para-o-brasil/>. Acesso em: 6 jun. 2025.

DER-MG. Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais. Em parceria inédita com aplicativo Waze, Governo de Minas atualiza informações sobre rodovias estaduais em tempo real. [S.l.]: DER-MG, 24 jul. 2024. Disponível em: <https://www.der.mg.gov.br/noticias/3677-em-parceria-inedita-com-aplicativo-waze-governo-de-minas-atualiza-informacoes-sobre-rodovias-estaduais-em-tempo-real>. Acesso em: 25 jun. 2025.

FIEMG. Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. Estudo da FIEMG aponta prejuízos diretos e indiretos de mais de R\$ 11 bilhões em MG entre 2020 e 2023 devido a eventos climáticos extremos. Belo Horizonte: FIEMG, 2025. Disponível em: <https://www.fiemg.com.br/noticias/estudo-da-fiemg-aponta-prejuizos-de-mais-de-r-4-bilhoes-em-mg-entre-2020-e-2023-devido-a-eventos-climaticos-extremos/>. Acesso em: 6 jun. 2025.

FIEMG. Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. Impactos econômicos das chuvas no setor industrial mineiro. Belo Horizonte: FIEMG, 2025. Disponível em: https://www.fiemg.com.br/wp-content/uploads/2025/01/E202501_01_ImpactosEconomicos-Chuvas_VF-4-1.pdf. Acesso em: 23 jun. 2025.

FIEMG. Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. Missão Carbono Zero. Belo Horizonte: FIEMG, 2025. Disponível em: <https://www.fiemg.com.br/missao-carbono-zero/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

KUENZER, A. Formação profissional no Brasil: o papel do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI. História da Educação, v. 17, n. 41, p. 45-62, 2013. MINAS GERAIS. Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem. Danos provocados por chuvas em rodovias estaduais de Minas têm queda de 65%. DER-MG Notícias, Belo Horizonte, 16 abr. 2024. Disponível em: <https://www.der.mg.gov.br/noticias/3503-danos-provocados-por-chuvas-em-rodovias-estaduais-de-minas-tem-queda-de-65>. Acesso em: 06 jun. 2025.

MOREIRA, A. B.; SANTOS, P. F. C. dos; SOARES, D. B.; NÓBREGA, R. S. Eventos extremos e a cidade: estudo de caso dos impactos causados por um evento climático em área urbana. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 6, p. 1730–1745, 2017. Disponível em:



NOGUEIRA, F. R.; ELIAS DE OLIVEIRA, V.; CANIL, K. Políticas públicas regionais para gestão de riscos: o processo de implementação no abc, sp. *Ambiente & Sociedade*, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 177-194, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc1100v1742014>. Acesso em: 6 jun. 2025.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Base de dados de infraestrutura das unidades do SENAI em Minas Gerais. Belo Horizonte: SENAI FIEMG, 2023. Disponível em: <https://transparenciasenai.fiemg.com.br/infraestrutura>. Acesso em: 23 jun. 2025.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao SENAI Suíço-Brasileira "Paulo Ernesto Tolle" pelo suporte técnico e educacional prestado.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

Sobre os autores:

ⁱ MATHEUS PARIZOTI (Autor 1)

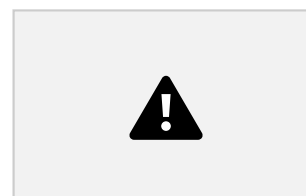


Graduando em Inteligência e Análise de Dados pela Faculdade SENAI de Tecnologia "Paulo Ernesto Tolle". Possui formação técnica em Desenvolvimento de Sistemas pelo SENAI Suzana Dias (2024). Em formação na área de dados, com conhecimentos em linguagens como Python, SQL, MongoDB ferramentas de visualização como Power BI.

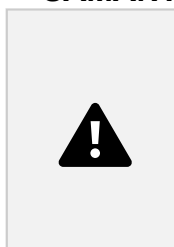
ⁱⁱ AMANDA FERREIRA GOMES (Autor 2)



Graduanda em Inteligência e Análise de Dados pela Faculdade SENAI de Tecnologia "Paulo Ernesto Tolle". Possui formação técnica em Desenvolvimento de Sistemas pelo SENAI Suzana Dias (2024). Em formação na área de dados, com conhecimentos em linguagens como Python, SQL, MongoDB e ferramentas de visualização como Power BI. Tem interesse em projetos voltados à análise estatística e exploratória. Busca desenvolvimento contínuo por meio de atividades práticas, acadêmicas e em equipe.

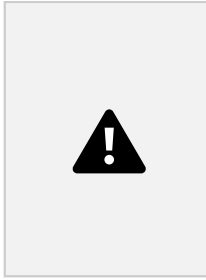


ⁱⁱⁱ SAMANTHA ALVES PIRES CAETANO (Autor 3)



Com formação técnica e acadêmica em "Análise e Desenvolvimento de Sistemas" e "Inteligência e Análise de Dados". Tenho experiência em desenvolvimento web e banco de

dados, além de grande facilidade para trabalhar em equipe e resolver problemas de forma analítica. Conhecimento em linguagens como Python, SQL, JS, MongoDB, Linguagem de marcação e de estilização.



^{iv} **BRUNO SANTOS SILVA (Autor 4)**

Graduando em Inteligência e Análise de Dados pela Faculdade SENAI de Tecnologia “Paulo Ernesto Tolle”. Em formação na área de Dados, com breve conhecimento em bancos de dados relacionais e não relacionais, arquitetura e estrutura de dados, além de familiaridade com metodologia ágeis como Scrum, aplicadas em projetos acadêmicos e colaborativos.

^v **ARUANE MELLO PINEDA PERTINHEZ (Autor 5)**

Graduada em Matemática pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP, 2012–2016), com período sanduíche na Sorbonne Université, em Paris, França (2013–2015). Mestre também pela UNESP, com ênfase em Matemática Aplicada e Computacional (2017–2019). Doutora pela Universidade de São Paulo (USP, 2019- 2023) em Ciência da Computação e Matemática Computacional, com período sanduíche na University of Warwick, em Coventry, Inglaterra (2022–2023). Atualmente é Engenheira de Dados III no Bradesco e Professora Adjunta II no curso superior de Tecnologia em Inteligência e Análise de Dados no SENAI Suíço-Brasileira “Paulo Ernesto Tolle”. Possui experiência nas áreas de modelagem, análise de dados, redes complexas e modelos de aprendizado de máquina.