



LARA CARVALHO VILELA

**ANÁLISE DO RISCO SOCIOECONÔMICO EM
TERRITÓRIOS: UM ESTUDO PARA OS MUNICÍPIOS
MINEIROS COM PRESENÇA DE *MAJOR HAZARD
INSTALLATIONS* (MHIs) DO TIPO MINERAÇÃO**

**LAVRAS-MG
2024**

LARA CARVALHO VILELA

**ANÁLISE DO RISCO SOCIOECONÔMICO EM TERRITÓRIOS: UM ESTUDO
PARA OS MUNICÍPIOS MINEIROS COM PRESENÇA DE *MAJOR HAZARD*
INSTALLATIONS (MHIs) DO TIPO MINERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração em Estratégia de Negócios Globais e Finanças Corporativas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Renato Silvério Campos

**LAVRAS-MG
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Vilela, Lara Carvalho.

Análise do Risco Socioeconômico em Territórios: um estudo para os municípios mineiros com presença de *Major Hazard Installations* (MHIs) do tipo mineração / Lara Carvalho Vilela. - 2024.

64 p.

Orientador(a): Renato Silvério Campos.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. mineradoras. 2. resiliência. 3. vulnerabilidade. I. Campos, Renato Silvério. II. Título.

LARA CARVALHO VILELA

**ANÁLISE DO RISCO SOCIOECONÔMICO EM TERRITÓRIOS: UM ESTUDO
PARA OS MUNICÍPIOS MINEIROS COM PRESENÇA DE *MAJOR HAZARD
INSTALLATIONS* (MHIs) DO TIPO MINERAÇÃO
ANALYSIS OF SOCIOECONOMIC RISK IN TERRITORIES: A STUDY FOR
MUNICIPALITIES IN THE STATE OF MINAS GERAIS WITH THE PRESENCE OF
MAJOR HAZARD INSTALLATIONS (MHIS) OF THE MINING TYPE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração em Estratégia de Negócios Globais e Finanças Corporativas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de fevereiro de 2024.
Dra. Juciara Nunes de Alcântara - UFLA
Dra. Jeniffer de Nade - Unifei

Prof. Dr. Renato Silvério Campos
Orientador

**LAVRAS-MG
2024**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me capacitar e me permitir chegar até aqui.

Aos meus pais, Cleide e Juarez, por me ensinarem o valor da educação e do conhecimento. Agradeço pelo apoio incondicional, incentivo, amizade, paciência e auxílio diante dos momentos de dificuldade enfrentados ao longo deste processo.

A minha irmã Larissa, minha melhor amiga e exemplo de dedicação acadêmica. A minha sobrinha Julia, por ser minha fonte diária de alegria.

Ao meu esposo Otávio, pelo companheirismo, apoio, paciência, incentivo e por ser meu verdadeiro parceiro diante dos fortuitos enfrentados nesta jornada.

Ao meu filho Lucas, por ser a razão de tudo, minha inspiração, alegria diante dos momentos difíceis e o motivo pelo qual busco ser melhor diariamente.

Aos meus companheiros de trabalho, pela torcida e estímulo.

Ao meu orientador e sempre amigo, Prof. Renato Silvério Campos, que tem me acompanhado desde a graduação, por ser minha inspiração na carreira acadêmica, pelo profissional ético, empático e competente que é. Agradeço por toda confiança depositada durante esse tempo e pelos valiosos ensinamentos. Agradeço imensamente pela ajuda e compreensão todas as vezes que precisei.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e aos professores do Departamento de Administração e Economia da UFLA – DAE, pela oportunidade e por todo o conhecimento transmitido ao longo das disciplinas e pesquisas realizadas.

A todos os meus familiares e amigos não mencionados aqui, mas que de alguma forma tornaram esse caminho mais leve.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

Devido a eventos desencadeadores de perigo, como o crescimento urbano desordenado, a intensificação das atividades industriais, as catástrofes ambientais e as desigualdades sociais, o risco socioeconômico tem ganhado destaque na sociedade contemporânea. A compreensão e a análise desse risco em territórios se mostram relevantes tanto para o setor público quanto para o privado, já que sua gestão pode propiciar a minimização das vulnerabilidades do território, em suas mais diversas dimensões, além de fortalecer a resiliência econômica, mitigando os possíveis impactos nocivos a um local, caso seja atingido pela ocorrência de um perigo. Para analisar o risco socioeconômico em territórios, este trabalho tem como objeto de estudo as *Major Hazard Installations* (MHIs) de mineração. A amostra será composta pelos 853 municípios de Minas Gerais, estado intensivo nessa atividade. Diante os riscos estabelecidos em territórios com a presença de MHIs de mineração, uma das hipóteses é que poderia haver um aumento de sua vulnerabilidade, dado a exposição ao risco, e consequente redução de sua resiliência. Em contraponto, outra hipótese sugere que a presença dessas organizações tende a gerar externalidades positivas ao desenvolvimento local. Este trabalho se orienta, então, para analisar e discutir estas hipóteses, referenciados pela seguinte questão: quais os determinantes do risco socioeconômico em territórios mineiros com presença de MHIs do tipo mineração, nas dimensões da vulnerabilidade e da resiliência econômica? De forma específica, pretende-se: identificar e caracterizar os territórios mineiros, por meio dos eixos da sustentabilidade; investigar os determinantes para o estabelecimento de MHIs de mineração nesses territórios; e analisar nesses locais os determinantes da resiliência econômica e da vulnerabilidade. Foram percorridas as seguintes etapas: i) organização da base de dados secundária com referência aos eixos de sustentabilidade; ii) análise fatorial para cada eixo de caracterização identificado; iii) *Propensity-Score Matching* (PSM) utilizando a variável binária presença ou não de MHIs do tipo mineração e como variáveis resultado os fatores de cada eixo e as variáveis mais representativas de cada fator. Os fatores político, socioeconômico 1; ecológico 1 e 2; e fator ambiental 2 apresentaram relação com a presença da MHI de mineração em um território. Os fatores político e ambiental 2 possuem relação negativa com a presença dessas empresas. Em contraponto, a presença das MHIs de mineração apresentou relação positiva com os fatores socioeconômico 1 e ecológico 1 e 2. Os resultados demonstraram que os municípios que têm empresas mineradoras em seu território possuem o PIB *per capita* mais elevado do que aqueles que não as possuem. Desse modo, a presença dessas empresas tende a tornar o território mais resiliente e menos vulnerável sob o aspecto socioeconômico.

PALAVRAS-CHAVE: Território. Resiliência. Vulnerabilidade. Mineradoras. Minas Gerais.

ABSTRACT

Due to events that trigger danger, such as disorderly urban growth, the intensification of industrial activities, environmental catastrophes and social inequalities, socioeconomic risk has gained prominence in contemporary society. Understanding and analyzing this risk in territories is relevant for both the public and private sectors, as its management can help minimize the vulnerabilities of the territory, in its most diverse dimensions, in addition to strengthening economic resilience, mitigating possible harmful impacts to a location if it is affected by the occurrence of a hazard. To analyze the socioeconomic risk in territories, this work focuses on mining Major Hazard Installations (MHIs). The sample will be made up of 853 municipalities in Minas Gerais, intensive state in this activity. Given the risks established in territories with the presence of mining MHIs, one of the hypotheses is that there could be an increase in their vulnerability, given by exposure to risk, and a consequent reduction in their resilience. In contrast, another hypothesis suggests that the presence of these organizations tends to generate positive externalities for local development. This work is therefore aimed at analyzing and discussing these hypotheses, referenced by the following question: what are the determinants of socioeconomic risk in Minas Gerais territories with the presence of mining-type MHIs, in the dimensions of vulnerability and economic resilience? Specifically, the aim is to: identify and characterize Minas Gerais territories, through the axes of sustainability; investigate the determinants for the establishment of mining MHIs in these territories; and analyze the determinants of economic resilience and vulnerability in these locations. The following steps will be taken: i) organization of the secondary database with reference to the sustainability axes; ii) factor analysis for each identified characterization axis; iii) Propensity-Score Matching (PSM) using the binary variable presence or absence of mining-type MHIs and as outcome variables the factors of each axis and the most representative variables of each factor. The political, socioeconomic factors 1; ecological 1 and 2; and environmental factor 2 were related to the presence of mining MHI in a territory. Political and environmental factors 2 have a negative relationship with the presence of these companies. In contrast, the presence of mining MHIs showed a positive relationship with socioeconomic factors 1 and ecological factors 1 and 2. The results demonstrated that municipalities that have mining companies in their territory have higher GDP per capita than those that do not have them. In this way, the presence of these companies tends to make the territory more resilient and less vulnerable from a socioeconomic perspective. The results demonstrated that municipalities that have mining companies in their territory have higher GDP per capita than those that do not have them. In this way, the presence of these companies tends to make the territory more resilient and less vulnerable from a socioeconomic perspective. The results demonstrated that municipalities that have mining companies in their territory have higher GDP per capita than those that do not have them. In this way, the presence of these companies tends to make the territory more resilient and less vulnerable from a socioeconomic perspective.

KEYWORDS: Territory. Vulnerability. Resilience. Mining companies. Minas Gerais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Riscos e Perigos	28
Figura 2 - Principais definições de vulnerabilidade	33
Figura 3 - Determinantes da Resiliência Econômica.....	34
Figura 4 - Modelo conceitual de análise.....	37
Figura 5 - Framework PSM.....	46
Figura 6 - Pareamento do grupo de controle e tratamento	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Externalidades: conceitos relevantes.....	18
Tabela 2 - Principais classificações do conceito de externalidades.....	18
Tabela 3 - Vulnerabilidade: tipos, componentes e determinantes	30
Tabela 4 - Hipóteses Teóricas	36
Tabela 5 - Dados e fontes	40
Tabela 6 - Resultados Análise Fatorial.....	48
Tabela 7 - Probit: modelo geral	50
Tabela 8 - Probit: modelo específico	51
Tabela 9 - Pareamento	52
Tabela 10 - Matching por Kernel	53
Tabela 11 - Resultados do Bootstrap.....	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos.....	12
1.1.2 Objetivo geral	12
1.1.3 Objetivos específicos.....	12
1.2 Justificativa.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Externalidades	14
2.2 <i>Major Hazard Installation</i> (MHI)	22
2.3 Identificação e caracterização de territórios: os eixos da sustentabilidade	23
2.4 Risco socioeconômico: dimensões	26
2.4.1 Vulnerabilidade	29
2.4.2 Resiliência econômica	33
3 METODOLOGIA	37
3.1 Classificação da pesquisa	37
3.2 Objeto de estudo e amostragem.....	38
3.3 Dados e coleta.....	39
3.4 Análise fatorial	43
3.5 <i>Propensity-Score Matching</i> (PSM)	44
3.5.1 Modelo de estimação	46
3.6 Etapas da pesquisa	47
4 RESULTADOS	47
4.1 Identificação e caracterização do território: Análise Fatorial.....	48
4.2 <i>Propensity score matching</i> (PSM).....	50
4.2.1 Determinantes da presença das MHI's: <i>Probit</i>	50
4.2.2 Efeito da presença das MHIs: <i>Matching</i>	52
5 DISCUSSÕES	56
5.1 Identificação e Caracterização dos territórios	56
5.2 Presença da MHIs do tipo mineração: Determinantes.....	57
5.3 A presença das MHIs: Vulnerabilidade e Resiliência Econômica	60
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Devido a eventos desencadeadores de perigo, como o crescimento urbano desordenado, a intensificação das atividades industriais, a ocupação irregular do solo, as catástrofes ambientais e as desigualdades sociais, o risco socioeconômico tem ganhado destaque na sociedade contemporânea. Mais especificamente, esses eventos têm evidenciado a vulnerabilidade dos territórios, a qual está diretamente relacionada à sua capacidade de reagir a situações adversas.

O conceito de risco refere-se à possibilidade de concretização de um determinado evento perigoso, ou seja, está associado a uma situação de incerteza, e a proporção do dano consequente desse evento é relacionada à vulnerabilidade da população e do território de sua ocorrência. Estar em risco significa estar suscetível à ocorrência de um perigo (ESTEVES, 2011). A identificação do risco consiste, assim, na mensuração da probabilidade de um perigo ocorrer em um território e, por consequência, possibilita agir em resposta a esse evento, mitigando perdas e salvando vidas.

Na contemporaneidade, a sociedade é caracterizada como uma sociedade de risco, principalmente em decorrência dos efeitos da globalização, prevalecendo um sentimento de insegurança, aparentemente impulsionado pelo desenvolvimento da ciência e de técnicas sofisticadas. Nesse contexto, as sociedades atuais são consideradas mais vulneráveis e mais suscetíveis ao risco (VEYRET, 2007; LEAL, 2019). Eventos muitas vezes atribuídos às circunstâncias naturais são, na verdade, ocasionados por intervenção humana.

Como um exemplo de agente potencial causador de risco nas sociedades atuais, as *Major Hazard Installations* (MHIs) são instalações de alto perigo que, para execução de suas atividades, utilizam substâncias, produtos, artefatos ou estruturas potenciais causadoras de perigos acidentais graves, com impactos notórios como perdas de vidas, danos aos indivíduos e efeitos adversos ao meio ambiente (SHALUF, 2007; SILVA; GUNASEKERA; ALWIS, 2017; KHUDBIDDIN *et al.*, 2018). Pode-se citar como exemplos de MHIs: refinarias, plantas petroquímicas e de produção química, plantas de tratamento de água, barragem de rejeitos, usinas nucleares, usinas de energia, dentre outros (SHALUF, 2007).

Dessa forma, o conceito de risco é indissociável do território e não poderia existir sem a presença humana em um local ou sem uma determinada população vulnerável a ele (VEYRET, 2007), e as atividades das MHIs, por serem instalações potenciais causadoras de perigo, são permeadas por um alto risco.

Para Mendes (2015), as questões da vulnerabilidade social e da resiliência são imprescindíveis no âmbito do planejamento e ordenamento do território para mitigação dos riscos. Nesse sentido, frequentemente, os termos resiliência e vulnerabilidade têm sido utilizados para compreensão dos riscos em um determinado território (WEICHSELGARTNER, 2001; PELLING, 2003; MAGUIRE; HAGAN, 2007; ALEXANDER, 2012; WISNER *et al.*, 2012; LEI, 2014; *United Nations Office for Disaster Risk Reduction- UNDRR*, 2022). Territórios localizados nas proximidades de MHIs podem ser considerados mais expostos ao perigo e, quanto maior a vulnerabilidade socioeconômica deste território, maior o risco e menor a resiliência diante da ocorrência de um evento de perigo.

Exemplos de MHIs são as empresas mineradoras que realizam a atividade de extração de minerais que possuem valor econômico. Essa atividade foi vital para o desenvolvimento da humanidade e ainda possui grande importância visto que a produção industrial, em seus mais diversos setores, é altamente dependente da utilização de recursos minerais (NUNES, 2010).

Por um lado, elas fornecem a maior parte dos recursos necessários à construção de infraestruturas e instrumentos de uso diário, à obtenção de grandes quantidades de energia e ao abastecimento da agricultura. Por outro lado, segundo Carvalho (2017), essa atividade humana pode ser prejudicial ao meio ambiente e está ligada a grandes impactos e desigualdades sociais. Diante desse cenário, a contribuição das atividades de mineração para o desenvolvimento econômico e social consiste em uma discussão chave na mineração mundial com consequências diretas em outros setores industriais e até mesmo nas decisões políticas para o desenvolvimento sustentável (HORSLEY *et al.*, 2015).

Ademais, há questionamentos na literatura sobre o fato de que o uso de recursos pode trazer benefícios e impactos para as sociedades humanas sobre a hipótese da “maldição dos recursos”. A “maldição dos recursos” baseia-se na observação de que locais ricos em recursos naturais tendem a crescer mais lentamente do que aqueles pobres em recursos (MANCINI; SALA, 2018). Essa hipótese tem sido amplamente analisada e testada empiricamente, tanto em territórios em desenvolvimento como desenvolvidos, mas ainda apresenta conclusões divergentes.

O objeto desse estudo será, portanto, as MHIs de mineração, haja vista seus aspectos controversos e seu destaque à economia brasileira.

Entende-se como perigo (*hazard*) um evento ou fenômeno potencial causador de perdas de vidas ou de ferimentos a pessoas, danos a propriedades, rupturas sociais ou degradação ambiental (IWAMA *et al.*, 2014). Os perigos tecnológicos são aqueles decorrentes de ações humanas, causadores do chamado risco tecnológico, que consiste em um tipo de risco antrópico

resultante do desrespeito às normas de segurança e aos princípios que regem a produção, o transporte e o armazenamento de certos produtos ou que envolvem o seu manuseamento ou o uso de determinada tecnologia (LOURENÇO, 2007).

Como exemplos de eventos desencadeados por perigos tecnológicos, destacam-se eventos de perigo ocorridos no Brasil, causadores de inúmeros riscos, o derramamento de óleo no litoral do Nordeste e do Sudeste, em 2019; o vazamento de óleo na Bacia de Campos, em 2011; o incêndio no Porto de Santos, no ano de 2015; e o rompimento das barragens do Fundão em Mariana-MG e Córrego do Feijão em Brumadinho-MG, em 2016 e 2019, respectivamente.

Segundo Silva (1995), a primeira referência de mineração define-se no estado de Minas Gerais e, segundo dados do IBRAM (2020), atualmente o estado é um dos principais centros de produção mineral do Brasil. Portanto, os municípios de Minas Gerais comporão a amostra do estudo, até em função da disponibilidade de dados secundários.

Dessa forma, diante os riscos estabelecidos em territórios com a presença de MHIs de mineração, uma das hipóteses é que poderia haver um aumento de sua vulnerabilidade, considerando a exposição ao risco, e conseqüente redução de sua resiliência. Em contraponto, outra hipótese sugere que a presença dessas organizações tende a gerar externalidades positivas ao desenvolvimento local. Este trabalho se orienta, então, para analisar e discutir estas hipóteses, referenciados pela seguinte questão: quais os determinantes do risco socioeconômico em territórios mineiros com presença de MHIs do tipo mineração, nas dimensões da vulnerabilidade e da resiliência econômica?

1.1 Objetivos

Nesta seção serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos da presente pesquisa.

1.1.2 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo investigar os determinantes do risco socioeconômico em territórios mineiros com presença de MHIs, nas dimensões da vulnerabilidade e da resiliência econômica.

1.1.3 Objetivos específicos

De forma específica, pretende-se:

- a) Identificar as principais características dos territórios mineiros, com referência aos eixos da sustentabilidade;

- b) Investigar os determinantes para o estabelecimento de MHIs de mineração em territórios mineiros;
- c) Discutir os efeitos da presença de MHIs de mineração, nas dimensões da vulnerabilidade, da resiliência econômica e do risco socioeconômico.

1.2 Justificativa

São diversos os motivos que justificam a realização desta pesquisa e suas contribuições tanto para a academia, sob a ótica da administração e da economia, quanto para gestores públicos, empresas privadas e sociedade.

A compreensão e a análise do risco socioeconômico em territórios se mostram relevantes tanto para o setor público quanto para o privado, já que a gestão desse risco pode propiciar a minimização das vulnerabilidades do território, em suas mais diversas dimensões, além de fortalecer sua resiliência econômica, mitigando os possíveis impactos nocivos a um local caso seja atingido pela ocorrência de um perigo.

O tema é relativamente novo na academia, sendo ainda pouco explorado. O debate encontra-se em pleno desenvolvimento. Apesar do conceito de risco encontrar-se atrelado ao cotidiano, no contexto científico, os embates e as transposições são frequentes devido, primordialmente, à sua aplicabilidade em diferentes contextos e, conseqüentemente, variadas formas de interpretação (LINHARES; MONTEIRO; PACHECO-GRAMATA, 2021). Souza e Lourenço (2015) corroboram nesse sentido, admitindo que o uso indiscriminado das expressões risco e perigo é fonte de equívocos perceptíveis em publicações acadêmicas.

A maioria das análises atuais centra-se nos riscos relacionados a eventos perigosos específicos, como risco de inundações, secas, desastres naturais e pandemia (BERTONI; MARINHO, 2013; LECHOWSKA, 2018; MOLINARI *et al.*, 2019; IVANOV; AJAY DAS, 2020). Além disso, aspectos de prevenção, como gestão do risco, vulnerabilidade, capacidade e resiliência, também são muito frequentes. A maioria dos estudos tem enfoque em um evento específico ou em contexto de gestão empresarial (MANUJ; MENTZER, 2008; CHEW; GAILLARD, 2010; CHEW; JAHARI, 2014, BERNSTEIN; GUSTAFSON; LEWIS, 2019). Conseqüências associadas aos aspectos econômicos dos riscos também é um tema recorrente (SKIDMORE; TOYA, 2002; BARRO, 2009, BERNILE; BHAGWAT; RAU, 2017). Mais especificamente, há uma escassez de trabalhos que tratem do tema riscos relacionado à presença de MHIs, especialmente desassociado de um evento de perigo específico.

Além disso, a mineração desempenha um papel fundamental na economia global, uma vez que fornece matérias-primas vitais e energia a muitas indústrias (PONS *et al.*, 2021). A

extração mineral brasileira é uma atividade econômica que envolve muitos produtos minerais, constituindo organizações produtivas e relações com o espaço socioeconômico muito heterogêneas entre si (DENES, 2010). Lima e Teixeira (2006) afirmam que a mineração é um dos eixos da economia brasileira, uma vez que contribui para a geração de empregos, rendas e também para a exportação total do país. Apesar dos impactos envolvidos, a mineração tem sido tratada pelo Estado brasileiro como uma atividade de interesse público, considerando especialmente o retorno econômico que proporciona (ARAÚJO; FERNANDES, 2016).

Entretanto, os impactos econômicos, sociais e ambientais do setor mineral ainda não foram totalmente documentados, debatidos ou compreendidos (ALVES; FERREIRA; ARAÚJO, 2021) e não há consenso sobre os efeitos da mineração no desenvolvimento socioeconômico do território (DENES, 2018).

A concepção tradicional de risco e de sua gestão é tratada de forma mais aprofundada pela economia e pela teoria das finanças (RACZKOWSKI; TWOREK, 2017). Porém este conceito não pode ser fragmentado para sua total compreensão, uma vez que a sociedade atual está exposta a diversos tipos de riscos, envolvendo uma ampla gama de fatores que permitem explicá-lo, para além do contexto econômico-financeiro. Nenhum dos estudos observados até o momento foi capaz de fornecer um modelo abrangente de identificação e avaliação de risco socioeconômico em um território.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Externalidades

O conceito de externalidade foi introduzido na teoria econômica por Marshall (1920). O autor desenvolveu sua teoria em torno dos custos externos, vistos principalmente em termos de política industrial, considerando que economias externas poderiam ser obtidas pela concentração de empresas atuantes em atividades semelhantes, por meio, por exemplo, de especialização produtiva e de economias de escala (BOUDREAUX; MEINERS, 2019; MARSHAL, 1920; SHEIN; YE; ZHU, 2018).

Segundo Laffont (1989), externalidades consistem em falhas de mercado. Equilíbrios competitivos (ótimos de Pareto) são possíveis se as preferências locais não são saciadas e se as externalidades não estão presentes na economia. Humphrey e Schmitz (1996) afirmam que externalidade é o efeito secundário gerado numa atividade, que pode ser positivo quando desejado e negativo quando indesejado.

Corroborando esse conceito, Boudreaux e Meiners (2019) declaram que uma definição comum para externalidade é que ela consiste em um efeito "transbordamento" que surge sempre

que um ator deixa de levar em conta o custo ou o benefício que alguma parte de sua ação tem sobre um terceiro. Os autores admitem que externalidades positivas são benefícios inviáveis de se cobrar para fornecer e externalidades negativas são custos inviáveis de se cobrar para não fornecer. Marta (1999) acrescenta que o conceito possui como principais características: são bens que não têm preço; apresentam alto custo social para quem os recebe; e podem se caracterizar como bens públicos, já que atingem as pessoas da sociedade indistintamente.

Segundo Stiglitz (2000), uma externalidade é uma falha de mercado, na qual a ação de um indivíduo ou firma acarreta uma consequência que afeta outros indivíduos e não é levada em conta nos custos e/ou receitas do causador da externalidade. As externalidades que causam prejuízos são chamadas de externalidades negativas. Em relação a estas externalidades, o autor admite que, quando a firma leva em conta apenas o seu custo privado, há um excesso de produção. Na presença desses efeitos, a empresa deveria internalizar o custo social, diminuindo a produção e tomando para si as responsabilidades pelas externalidades negativas geradas (Stiglitz, 2000).

As concepções de Demsetz (1967) e Milgrom e Roberts (1992) assumem que externalidades podem ser vistas como falhas de mercado. Os autores associam o conceito de externalidade ao direito de propriedade. Para Milgrom e Roberts (1992), externalidades são efeitos positivos ou negativos que as ações de um agente econômico têm sobre o bem-estar de terceiros. Este conceito inclui custos e benefícios externos, além de externalidades pecuniárias e não-pecuniárias (Demsetz, 1967). Demsetz (1967) centra-se na questão da eficiência econômica dos direitos de propriedade. Considera que os direitos de propriedade comunitários estão mais sujeitos a externalidades, uma vez que quando muitos têm o direito de utilizar um recurso, tende a ocorrer um uso excessivo. Da mesma forma, quando muitos possuem o dever de prover um recurso, este será ofertado abaixo das necessidades. Assim, para o autor, a solução seria uma definição de atribuição de direitos de propriedade, de modo que ocorra a “internalização” das externalidades em torno do agente que possui o direito de seu uso, o que estimula uma manipulação mais eficiente do recurso.

Lemos, Santos e Crocco (2003), classificam as externalidades segundo uma dimensão territorial – nacionais (institucionais e estruturais), regionais (perrouxianas) ou locais. Segundo essa classificação, este trabalho centra-se nas externalidades locais, que podem ser de quatro tipos: marshallianas, schumpeterianas, transacionais e jacobianas. As externalidades marshallianas estariam ligadas à dimensão produtiva; as schumpeterianas, à inovativa; as transacionais, às próprias trocas frequentes e recorrentes de informações e conhecimentos entre

os atores locais; e as jacobianas, à dimensão urbana (PUGAS; CALEGÁRIO; ANTONIALLI, 2013).

Nesse sentido, as externalidades marshallianas, perspectiva utilizada nesta pesquisa, originam-se de i) encadeamentos produtivos na forma de trocas intersetoriais; ii) constituição de um mercado de trabalho local com qualificação específica acumulada pela experiência; e iii) ganhos tecnológicos via transbordamentos (*spillovers*) de conhecimento (LEMOS; SANTOS; CROCCO, 2003).

Ainda sob o aspecto da teoria marshalliana, recentemente, as “externalidades de aglomeração” têm sido muito discutidas. Essas externalidades surgem à medida que grupos constituídos se beneficiam da atuação em um aglomerado. Referem-se a impactos provenientes do contato entre as empresas, produzindo *spillovers* de conhecimento. A concentração de mão de obra qualificada, de serviços especializados, de infraestrutura, dentre outros elementos, também pode induzir a eficiência das atividades produtivas. Quanto maior a rede envolvida nessa troca, maiores serão os benefícios conjuntos, visto que, a atuação conjunta tende a produzir benefícios maiores que a individual – denominado, pela literatura, como produção de sinergia (BOUDREAUX; MEINERS, 2019; WESTON; SIU; JOHNSON, 2001; WHEATON; LEWIS, 2002).

Para Shen, Ye e Zhu (2018), as definições mais comuns adotadas acerca de externalidades dizem respeito à posição do sujeito: uma é baseada no sujeito que produz externalidades e outra é centrada no sujeito que recebe as externalidades. A primeira parte do pressuposto de que um sujeito econômico exerce uma influência externa sobre outro sujeito econômico, e essa influência externa não pode ser comprada e nem vendida pelo preço de mercado. A segunda presume que a externalidade é usada para indicar certos benefícios ou custos de uma ação que vão além daquelas consideradas pelo tomador de decisão (ou seja, certos benefícios ou custos são impostos a sujeitos externos).

Huang, Hong e Ma (2020) sintetizam que a externalidade pode ser dividida em quatro categorias com base nos critérios de fábrica, empresa, indústria e cidade: externalidades de economias internas às firmas; externalidades de Marshall-Arrow-Romer (MAR), que presume que a externalidade é ligada ao aprendizado e este é base do crescimento econômico, relacionando-se à especialização; externalidades de Jacobs, ou economia de urbanização dinâmica, que parte do pressuposto da existência de diferentes indústrias em uma mesma cidade, ou seja, as externalidades dinâmicas são advindas da diversificação; e a externalidade da rede urbana, que ocorre entre diferentes cidades e indústrias, sendo proporcionada pela interconexão. Se as externalidades são MAR, as cidades envolvidas nessa indústria tendem a

se especializar apenas em uma atividade de exportação, ou em um conjunto estreitamente conectado de atividades. A especialização permite a exploração total das economias de escala. No entanto, se uma indústria está sujeita às externalidades da Jacobs, para prosperar, ela precisa ser diversificada (HENDERSON, 1997).

Além disso, os economistas, há muito, distinguem externalidades “tecnológicas” de “pecuniárias”. A primeira é mais intangível, refere-se aos custos de produção, são obtidas através de transações fora do mercado. Dentro de uma empresa, podem ser exemplificadas como economias na mão-de-obra, materiais ou requisitos de equipamento por unidade de produção resultante de uma melhor organização ou métodos de produção, adquiridas por meio de fatores relacionados aos fluxos de conhecimento. As externalidades pecuniárias são mais tangíveis, podendo ocorrer por meio de transações de mercado ou vínculos interorganizacionais. São vantagens na compra, como descontos por quantidade na compra de matérias-primas. Embora sejam feitas distinções entre economias técnicas e pecuniárias, a forma não importa para a empresa ou para o tomador de decisão, visto que ambos os resultados representam benefícios ou perdas (BOUDREAUX; MEINERS, 2019; JOHANSSON, 2005).

Segundo Cunha *et al.* (2019), o setor mineral gera externalidades positivas e negativas. Os resultados positivos no campo econômico são dimensionados pela produção e comercialização dos bens minerais, oferta de empregos e geração de receitas para os cofres públicos por meio de impostos e *royalties*. Além disso, a extração e o beneficiamento do minério produzem reflexos no desenvolvimento social, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Entretanto, os autores afirmam que a atividade também gera externalidades negativas às regiões e em seu entorno, as quais absorvem os custos socioambientais da mineração, revelando a necessidade de aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão pública e de segurança nas operações das empresas do setor.

Dessa forma, o que pode ser concluído acerca do estudo de externalidades é que, de um modo geral, externalidades, independentemente de sua dimensão, são efeitos fortuitos de uma determinada atividade, que podem impactar positiva ou negativamente à sociedade. Esses resultados podem ser potencializados com base nas características das organizações dos arranjos locais produtivos envolvidos.

Diante disso, as Tabelas 1 e 2 sintetizam os principais conceitos referenciados acerca da temática, assim como as classificações mais utilizadas, respectivamente.

Tabela 1 - Externalidades: conceitos relevantes

Conceito	Autor
Externalidades são falhas de mercado. Equilíbrios competitivos (ótimos de Pareto) são possíveis se as preferências locais não são saciadas e se as externalidades não estão presentes na economia.	Laffont (1989)
São efeitos positivos ou negativos que as ações de um agente econômico têm sobre o bem-estar de terceiros.	Milgrom e Roberts (1992)
É o efeito secundário gerado numa atividade, que pode ser positivo quando desejado e negativo quando indesejado.	Humphrey e Schmitz (1996)
É uma falha de mercado, na qual a ação de um indivíduo ou firma acarreta uma consequência que afeta outros indivíduos e não é levada em conta nos custos e/ou receitas do causador da externalidade.	Stiglitz (2000)
É o efeito "transbordamento" que surge sempre que um ator deixa de levar em conta o custo ou o benefício que alguma parte de sua ação tem sobre um terceiro, podendo ser positiva ou negativa, de acordo com o efeito provocado.	Boudreaux e Meiners (2019)

Fonte: Da autora (2024), com base no referencial teórico.

Tabela 2 - Principais classificações do conceito de externalidades

Classificação	Conceito
Externalidades negativas	Ocorre quando o efeito secundário de uma atividade é indesejado (HUMPHREY; SCHMITZ, 1996), são benefícios inviáveis de cobrar para não fornecer (BOUDREAUX; MEINERS, 2019).
Externalidades positivas	Ocorre quando o efeito secundário de uma atividade é desejado (HUMPHREY; SCHMITZ, 1996), são custos inviáveis de se cobrar para fornecer (BOUDREAUX; MEINERS, 2019).
Externalidades locais	i) externalidades marshallianas, ligadas à dimensão produtiva (foco deste trabalho); ii) externalidades schumpeterianas, relacionadas à dimensão inovativa; iii) externalidades transacionais, que se referem às próprias trocas frequentes e recorrentes de informações e conhecimentos entre os atores locais; iv) externalidades jacobianas, ligadas à dimensão urbana (PUGAS; CALEGÁRIO; ANTONIALLI, 2013).
Externalidade de aglomeração	Essas externalidades surgem à medida que grupos constituídos se beneficiam da atuação em um aglomerado. Referem-se a impactos provenientes do contato entre as empresas, produzindo <i>spillovers</i> de conhecimento (BOUDREAUX; MEINERS, 2019; WESTON; SIU; JOHNSON, 2001; WHEATON; LEWIS, 2002).
Sujeito produtor de externalidades	Um sujeito econômico exerce uma influência externa sobre outro sujeito econômico, e essa influência externa não pode ser comprada e nem vendida pelo preço de mercado (SHEN; YE; ZHU, 2018).

Sujeito receptor de externalidades	A externalidade é usada para indicar certos benefícios ou custos de uma ação que vão além daquelas consideradas pelo tomador de decisão (SHEN; YE; ZHU, 2018).
Externalidades de economias internas às firmas	Efeitos imprevistos capazes de provocar redução nos custos internos da firma (HUANG; HONG; MA, 2020)
Externalidades de Marshall-Arrow-Romer (MAR)	Presume que externalidade é ligada ao aprendizado e este é base do crescimento econômico, relacionando-se à especialização (HENDERSON, 1997; HUANG; HONG; MA, 2020).
Externalidades de Jacobs	Presume que externalidade é ligada ao aprendizado e este é base do crescimento econômico, relacionando-se à especialização ((HENDERSON, 1997; HUANG; HONG; MA, 2020).
Externalidades da rede urbana	Ocorrem entre diferentes cidades e indústrias, sendo proporcionadas pela interconexão (HUANG; HONG; MA, 2020).
Externalidades tecnológicas	Refere-se aos custos de produção, são obtidas através de transações fora do mercado, como economia de mão-de-obra ou de recursos resultante de uma melhor organização ou métodos de produção, adquiridas por meio de fatores relacionados aos fluxos de conhecimento (BOUDREAUX; MEINERS, 2019; JOHANSSON, 2005).
Externalidades pecuniárias	Podem ocorrer por meio de transações de mercado ou de vínculos interorganizacionais. São vantagens na compra, como descontos por quantidade na compra de matérias-primas (BOUDREAUX; MEINERS, 2019; JOHANSSON, 2005).

Fonte: Da autora (2024), com base no referencial teórico.

Para melhor compreensão das externalidades da mineração, foi realizada uma breve revisão de literatura, considerando o contexto brasileiro. Para o estado de Minas Gerais, poucos foram os estudos encontrados que visam identificar as externalidades da mineração. A maioria dos trabalhos centra-se na análise dos desastres ocorridos no estado (como SANTOS *et al.*, 2019; THOMPSON *et al.*, 2020; VERGÍLIO *et al.*, 2021) e grande parte dos trabalhos encontrados não são estudos empíricos.

Analisando os efeitos da mineração no Brasil, com destaque à sustentabilidade, Alves, Ferreira e Araújo (2021) desenvolveram sua pesquisa por meio de entrevistas aliadas à análise de conteúdo de relatórios de órgãos públicos de mineração, além de uma revisão de literatura. Inicialmente, a pesquisa investigou como o conceito de sustentabilidade é entendido pelas mineradoras brasileiras. Os resultados mostraram que a sustentabilidade está associada principalmente às preocupações ambientais e é reconhecida majoritariamente pelas grandes mineradoras e multinacionais que atuam no Brasil, evidenciando uma lacuna existente entre

grandes e pequenas empresas, sendo que estas últimas apresentam níveis mais baixos de consciência do impacto de suas atividades. A maioria das empresas de mineração enfrenta muitas barreiras para entender o conceito. Além disso, identificaram que a avaliação e comunicação da sustentabilidade ainda é um processo emergente na mineração brasileira.

No tocante às externalidades da mineração, foram destacados pontos positivos e negativos. Quanto aos positivos, os especialistas concordaram que o desenvolvimento econômico consiste em um impacto positivo significativo, destacando que provocam efeitos no país como um todo, no estado onde estão localizadas as minas e nas comunidades locais. Destacaram o emprego como o maior impacto positivo das atividades de mineração no Brasil. Ademais, os impostos e *royalties* da mineração têm contribuído para o desenvolvimento socioeconômico nos territórios onde as minas estão estabelecidas. No entanto, os entrevistados também concordaram que a mineração brasileira, quando comparada com outros setores industriais, é frequentemente destacada como cada vez mais responsável por níveis elevados de danos ambientais (ALVES; FERREIRA; ARAÚJO, 2021).

Gerotto *et al.* (2019) desenvolveram sua pesquisa com o intuito de comparar a percepção de uma comunidade e a percepção de uma empresa responsável por um projeto de mineração sobre os impactos sociais da atividade. A pesquisa foi realizada na maior província mineral brasileira. Para tanto, foi utilizado o método de Avaliação de Impacto Social e a proposta de categorização de impactos da mineração de Mancini e Sala (2018) - economia, renda e segurança; educação e emprego; uso da terra e aspectos territoriais; demografia; meio ambiente, saúde e segurança; e direitos humanos. Foram realizadas entrevistas e duas oficinas com representantes da mineradora e da comunidade. Os autores identificaram que empresa e comunidade compartilham a mesma percepção de diversos impactos como em relação à contribuição econômica da atividade para o território, a melhorias na infraestrutura, educação e saúde, apesar dos muitos aspectos divergentes. Os resultados da pesquisa de campo reforçam o peso dos impactos ambientais negativos como uma das principais consequências de um projeto mineral, tanto pela percepção da empresa quanto da comunidade. A contaminação dos peixes foi um impacto negativo relevante não identificado na categorização proposta por Mancini e Sala (2018). Os resultados mostram ainda que o processo de seleção de impactos por parte da empresa enfatiza os impactos imediatos. Já a comunidade vai além dos impactos imediatos, como oferta e qualidade da água e queda na produção agrícola, abordando questões mais subjetivas e culturais associadas aos processos de mudança, como a perda do sentimento de coletividade e o impacto do processo migratório no esgarçamento dos laços familiares.

Andrade (2010) analisa os impactos socioeconômicos do setor de mineração em Minas Gerais visando a avaliar o papel da atividade para o desenvolvimento dos municípios do estado. Para tanto, o autor selecionou quatro indicadores para cada área: economia, saúde e educação. Posteriormente, foram construídos índices-síntese para cada município, sendo um econômico, a fim de captar a dinâmica econômica do município; um de saúde e outro de educação, a fim de captar a oferta de serviços públicos e consequentemente a condição social do município. Após a obtenção dos índices-síntese foi realizada uma análise de componentes principais e, por fim, uma regressão utilizando Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), tendo como variável explicada o escore obtido pela ACP, e como explicativa uma variável *dummy*, que diferencia os municípios mineradores. A dinâmica econômica foi medida por uma *proxy* composta pelo salário médio, PIB per capita e taxa de desemprego. Os resultados demonstraram que a atividade mineradora impacta positivamente o bem-estar social das pessoas e negativamente a dinâmica econômica do município. Dito de outro modo, o autor identificou que em municípios mineradores há uma oferta maior de serviços públicos. Em contraponto, além de não ser uma atividade propulsora de desenvolvimento econômico, a mineração contribuiu negativamente para o bem-estar econômico da população residente nesses municípios.

O trabalho Silva *et al.* (2021) teve por objetivo analisar a vulnerabilidade dos municípios mineradores do Estado de Minas Gerais, especialmente no que se refere à gestão fiscal e ao emprego. Foram calculados indicadores de resistência e recuperação a partir de dados de emprego para medir a resiliência econômica das economias dependentes da mineração. A estimação por dados em painel dinâmico foi realizada para entender a relação entre o mercado de trabalho e as variáveis relacionadas à comercialização de minério de ferro e a arrecadação de CFEM dos municípios. Os resultados mostraram a baixa resiliência dos municípios analisados, o que os torna mais vulneráveis a choques ou rupturas de diferentes tipos, magnitudes e escalas. No tocante à resiliência econômica, grande parte dos municípios economicamente dependentes da mineração apresentou baixa capacidade de resiliência diante da queda dos preços do minério de ferro. Os resultados também sugerem problemas na governança, principalmente no que se refere à gestão fiscal e à CFEM, comprometendo a capacidade do município de reinvestir esses recursos em melhorias estruturais (educação, saúde, infraestrutura, diversificação produtiva). Ou seja, concluem que os municípios altamente dependentes da mineração, são pouco resilientes e, por conseguinte, altamente vulneráveis.

2.2 Major Hazard Installation (MHI)

O conceito de instalações de alto perigo (MHIs- *Major Hazard Installations*) refere-se às unidades técnicas de alta complexidade, nas quais são produzidas, processadas, manuseadas, descartadas e armazenadas grandes quantidades de substâncias perigosas e de energia (SILVA; GUNASEKERA; ALWIS, 2017; SHALUF, 2007; SHANMUGAM; ABDUL RAZAK, 2021). Silva, Gunasekera e Alwis (2017) acrescentam que esse conceito inclui todos os equipamentos, estruturas, canalizações, máquinas, ferramentas, ramais ferroviários privados, docas, cais de descarga que servem a instalação, cais, armazéns ou estruturas semelhantes necessárias para o funcionamento dessa instalação.

Para a compreensão desse conceito, Silva, Gunasekera e Alwis (2017) partem das definições de acidentes graves (*major accidents*); perigos acidentais graves (*major accidents hazards – MAHs*); e instalações (*installations*). Acidentes graves (*major accidents*) referem-se à ocorrência de um evento, como uma grande emissão, incêndio ou explosão resultante de desenvolvimento descontrolado no curso de uma atividade industrial, que leve a um grave perigo para o homem, dentro ou fora do estabelecimento, e/ou ao meio ambiente (NIVOLIANITOU; KONSTANDINIDOU; MICHALIS, 2006). Perigos acidentais graves dizem respeito à propriedade intrínseca de uma substância ou situação física perigosa, com potencial para causar danos à saúde humana ou ao meio ambiente (SILVA; GUNASEKERA; ALWIS, 2017). Instalações (*installation*) podem ser definidas como uma unidade técnica, situada em um determinado local, onde são produzidas, utilizadas, manuseadas ou armazenadas substâncias perigosas, inclui todos os equipamentos e estruturas necessárias ao funcionamento dessa instalação (SILVA; GUNASEKERA; ALWIS, 2017).

As MHIs são, portanto, instalações de alto perigo, que produzem, processam, manuseiam, utilizam, eliminam ou armazenam substâncias ou produtos potenciais causadores de perigos acidentais graves (MAHs), quando manuseados de forma inadequada. Nesse sentido, a complexidade das MHIs pode resultar em falhas (no *design*, componentes, equipamentos e processos) e as interações entre essas falhas podem resultar em acidentes com potencial para gerar perdas de vidas, danos ou lesões aos indivíduos e efeitos adversos ao meio ambiente (SHALUF, 2007; SILVA; GUNASEKERA; ALWIS, 2017; KHUDBIDDIN *et al.*, 2018).

Alguns tipos de MHIs são: refinarias, plantas petroquímicas e de produção química, plantas de tratamento de água, barragem de rejeitos, usinas nucleares, usinas de energia dentre outros (SHALUF, 2007).

Segundo Khudbiddin *et al.* (2018), há vários anos, existe uma preocupação com as causas dos perigos graves, sua identificação, avaliação dos riscos e do processo da sua gestão numa perspectiva global, visando à proteção do meio ambiente, do ser humano e do patrimônio. Os autores afirmam que uma série de medidas precisam ser consideradas por essas indústrias em termos de gestão e segurança para os negócios, vidas, propriedades e meio ambiente. Falhas de uma organização no controle de riscos materiais geralmente resultam em um desastre causado pelo homem, denominado desastre tecnológico (SHALUF *et al.*, 2003).

Os desastres tecnológicos são acidentes graves que envolvem MHIs, produtos de erros humanos, técnicos e operacionais (SHALUF, 2007) e são responsáveis por desencadear uma série de mudanças pessoais, sociais e culturais por provocarem alterações nas dinâmicas sociais, atividades organizacionais e nos processos psicossociais individuais e coletivos (RITCHIE; LITTLE; CAMPBELL, 2018). Além disso, os desastres tecnológicos que resultam em contaminação ambiental tendem a estar associados à diminuição da disponibilidade e acesso aos recursos naturais e a problemas de saúde (RITCHIE; LITTLE; CAMPBELL, 2018).

A fim de prevenir a ocorrência de tais desastres e seus possíveis efeitos, algumas considerações devem ser postas em prática pelas MHIs, especialmente em termos de gestão e segurança para negócios, vidas, propriedades e meio ambiente (KHUDBIDDIN *et al.*, 2018). Ademais, em resposta à ocorrência de desastres em MHIs, vários países vêm implementando regulamentos de segurança de processos (SHANMUGAM; ABDUL RAZAK, 2021).

2.3 Identificação e caracterização de territórios: os eixos da sustentabilidade

Com o fortalecimento dos meios de produção econômicos, especialmente no período que sucede a Segunda Guerra Mundial, houve a intensificação das atividades econômicas, o que impulsionou o crescimento econômico tanto nos países do primeiro mundo, quanto em outros mercados subdesenvolvidos (GASPAR, 2015). Esse crescimento econômico trouxe consigo inúmeras consequências, as quais vão além dos danos ao meio ambiente (CARSON, 1962). Corroborando nesse sentido, Gomes (2013) afirma que ao mesmo tempo que contribui para o aumento da qualidade de vida, a busca pelo desenvolvimento econômico favorece o crescimento dos fatores de risco e, conseqüentemente, dos efeitos das ocorrências expressas em acidentes graves e catástrofes, sejam eles resultantes de fenômenos naturais ou de perigos de origem antrópica.

Neste contexto, em 1968 emerge o Clube de Roma, como organização formada por intelectuais e estudiosos de vários países com a finalidade de discutir caminhos para a sustentabilidade do planeta. Em 1972, esse clube ganhou destaque com a elaboração de um

relatório sobre questões ambientais globais, objeto de discussão na Organização das Nações Unidas (ONU). Ainda no mesmo ano, a ONU organizou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, cujos esforços estavam centrados na busca por equilibrar o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, sem marginalizar a questão dos direitos humanos, e os relatórios do Clube de Roma foram amplamente discutidos (ROCHA, 2021). Além disso, na mesma ocasião, foi criada pela ONU a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), com o objetivo de harmonizar o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, culminando no termo desenvolvimento sustentável, que consiste em um, até então novo, conceito de desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de que as gerações futuras também satisfaçam as suas próprias necessidades.

Ao longo da última década, o desenvolvimento sustentável tornou-se uma das preocupações mais comuns na agenda de governos e empresas. Quase todos os governos estão comprometidos com o desenvolvimento sustentável, integrando questões econômicas, ambientais e sociais em suas políticas e regulamentações. O surgimento do conceito de sustentabilidade reflete, portanto, uma mudança decisiva no pensamento global, impulsionando as empresas a repensarem a forma como seus negócios são conduzidos (HAMI; MUHAMED; EBRAHIM, 2012, ALVES; FERREIRA; ARAÚJO, 2021).

Apesar da distinção entre os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, usualmente eles são utilizados como sinônimos (SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014). Sustentabilidade consiste na capacidade de um sistema humano, natural ou misto, resistir ou se adaptar à mudança endógena ou exógena por tempo indeterminado (DOVERS; HANDMER, 1992). Já o desenvolvimento sustentável é uma via de mudança intencional e melhoria que mantém ou aumenta esse atributo do sistema, ao responder às necessidades da população presente, sendo o caminho para se alcançar a sustentabilidade (DOVERS; HANDMER, 1992). Ou seja, o desenvolvimento sustentável é o que promove a sustentabilidade, a sustentabilidade é o objetivo e o desenvolvimento sustentável é o meio para alcançá-lo.

O desenvolvimento sustentável fundamenta-se nos pilares da sustentabilidade desenvolvidos pela teoria *Triple Bottom Line*, divulgada na década de 90 pelo consultor britânico John Elkington. O autor propõe que esse desenvolvimento possa ser alcançado mediante o equilíbrio entre os três pilares do *Triple Bottom Line*, que consistem em questões econômicas, ambientais e sociais, ou nos 3 “Ps”, *people*, *planet* e *profit* (pessoas, planeta e lucro) (ELKINGTON, 1999).

O conceito de desenvolvimento sustentável, aplicado ao setor de mineração, tem vindo a ganhar particular importância, visto que a atividade mineira está ligada à aquisição de vários tipos de recursos naturais esgotáveis ou não renováveis (DUBIŃSKI, 2013). Além disso, as atividades das mineradoras são consideradas responsáveis por diversos impactos socioambientais negativos. A mineração sustentável requer, portanto, a avaliação e o gerenciamento de incertezas e riscos associados ao desenvolvimento de recursos naturais (HOROWITZ, 2006; ALVES; FERREIRA; ARAÚJO, 2021).

São eixos da sustentabilidade:

- I. **Social:** contempla a distribuição de renda justa, emprego pleno e autônomo, com qualidade de vida decente, igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais e razoável homogeneidade na distribuição de riqueza;
- II. **Cultural:** compreende o equilíbrio entre respeito à tradição e inovação, autonomia para projeto nacional integrado e endógeno e abertura para o mundo;
- III. **Ecológica:** trata da preservação do capital natural para recursos renováveis e limitação do uso dos recursos não renováveis;
- IV. **Ambiental:** enfatiza o respeito à capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais;
- V. **Territorial:** diz respeito ao equilíbrio entre as configurações rurais e urbanas, incluindo a melhoria do ambiente urbano, superação das disparidades inter-regionais e estratégias para seguridade ambiental de áreas ecologicamente frágeis;
- VI. **Econômica:** enfatiza o desenvolvimento econômico equilibrado, modernização dos instrumentos produtivos, autonomia na pesquisa científica e tecnológica, bem como a inserção soberana na economia internacional e segurança alimentar;
- VII. **Política nacional:** trata da democracia com apropriação universal dos direitos humanos, capacidade do Estado em implementar o projeto nacional, incluindo parcerias com empreendedores;
- VIII. **Política internacional:** contempla a cooperação internacional, garantia da paz e controles institucionais (ROCHA, 2021; SACHS, 2002).

Em razão da complexidade socioambiental que define os territórios, especialmente aqueles mais vulneráveis, sua caracterização exige a aplicação de metodologias interdisciplinares e da compreensão sistêmica da sustentabilidade.

Em reflexão acerca da caracterização de um território, Saquet (2007) ressalta que o território é entendido como lugar de relações sociais, de conexões e de redes, englobando vidas e indo além de fatores econômicos. Assim, segundo o autor, o território está relacionado à

natureza, à apropriação, às mudanças, à mobilidade, à identidade e ao patrimônio cultural. Há, portanto, a necessidade de se pensar o território considerando as articulações, as interações, o ambiente em que está inserido e todas as variáveis que o permeiam, em suas diversas dimensões.

Santos (2007) acrescenta que o território é mais que um simples conjunto de objetos, mediante os quais se vive, trabalha e habita. Compreende, ainda, um conjunto simbólico, de forma que o valor do indivíduo pode depender do lugar em que ele vive. Por exemplo, há desigualdades sociais que são desigualdades territoriais, uma vez que derivam do lugar onde cada indivíduo se encontra (PIZZIO; SILVA, 2016).

Nessa perspectiva, Pizzio e Silva (2016) admitem que o território é compreendido, em primeiro lugar, como um espaço de relações, e, como tal, um espaço de lutas, de vivências, de perspectivas de cidadania, de organização social e de desenvolvimento humano. Um território onde inexistem prerrogativas e garantias sociais define-se como um território vulnerável.

Spink (2014) sugere que, para entender a gestão dos riscos na perspectiva da vulnerabilidade, é necessário caracterizar a rede heterogênea de atores que performam o risco nesse território, assim como as múltiplas dimensões da hierarquização desses riscos. Dessa forma, as dimensões utilizadas para compor o conceito de sustentabilidade serão úteis para caracterizar um território, dada sua multidisciplinaridade e considerando que o ordenamento do território é indissociável da busca pelo equilíbrio em seu desenvolvimento sustentável (ALVES; FERREIRA; ARAÚJO, 2021).

2.4 Risco socioeconômico: dimensões

Segundo Almeida (2011), a construção do conceito risco está relacionada a três fatores: incertezas (se o acontecimento se concretizará ou não e quais as características caso venha a ocorrer); intensidade de atuação e consequências; e efeitos ou danos provocados pelo impacto aos receptores. Usualmente, segundo Wisner, Gaillard e Kelman (2012, p. 24) a definição formal do risco é dada por:

$$\text{Risco} = \text{Perigo} + \text{Vulnerabilidade}$$

Perigo (*hazard*), pode ser compreendido como um evento ou fenômeno potencial causador de perdas de vidas ou de ferimentos a pessoas, danos a propriedades, rupturas sociais ou degradação ambiental (IWAMA *et al.*, 2014). Segundo o Marco de Ação de Hyogo de 2000 a 2015 e a UNDRR (2022), perigos incluem condições latentes que podem representar ameaças futuras e ter diferentes origens.

Dessa forma, Lourenço (2007) afirma que diferentes tipos de perigos geram diferentes tipos de risco. Os perigos naturais estão predominantemente associados a processos e fenômenos naturais. Já os antropogênicos, são aqueles decorrentes de ações humanas, causadores do chamado risco tecnológico, que consiste em um tipo de risco antrópico resultante do desrespeito às normas de segurança e aos princípios que regem a produção, o transporte e o armazenamento de certos produtos ou que envolvem o seu manuseamento ou o uso de determinada tecnologia (LOURENÇO, 2007). Vários perigos são socionaturais por estarem relacionados a uma combinação de fatores naturais e antropogênicos. Tais fatores podem incluir degradação ambiental e mudanças climáticas, associadas a características intrínsecas à população. Perigo múltiplo significa i) a seleção de vários perigos graves que o país enfrenta e ii) os contextos específicos onde os eventos perigosos podem ocorrer simultaneamente, em cascata ou cumulativamente ao longo do tempo, e levando em consideração os potenciais efeitos inter-relacionados (UNDRR, 2022).

Nesse contexto, Castro, Peixoto e Rio (2005) classificam os riscos, conforme suas características, em risco natural/ambiental, risco social, risco tecnológico e risco econômico/financeiro.

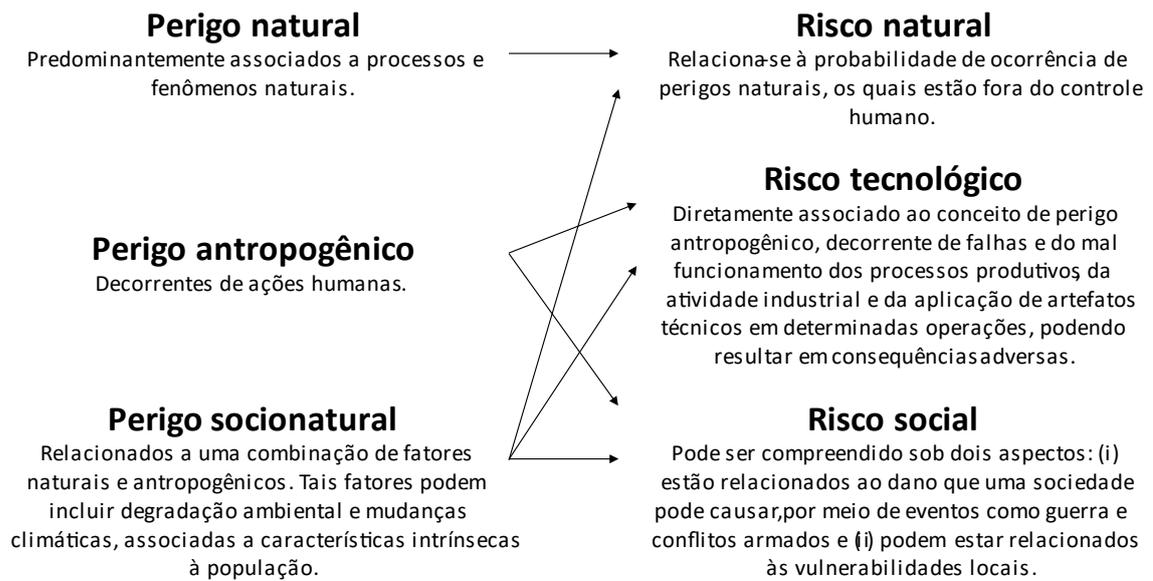
O risco natural relaciona-se à probabilidade de ocorrência de perigos naturais, os quais estão fora do controle humano. A ocorrência de perigos naturais afeta pessoas em todo mundo e, a cada ano, mais pessoas e propriedades estão em risco, variando em cada localidade em função da intensidade, abrangência espacial e do tempo de atividade destes processos, além de fatores, como o crescimento populacional, aumento da desigualdade, migração, instalações em áreas de riscos, mudança climática (NADERPOUR; KHAKZAD, 2018; ALDRICH; MEYER, 2015; SHALUF, 2007; CASTRO, PEIXOTO, RIO, 2005).

Já o risco tecnológico, está diretamente associado ao conceito de perigo antropogênico, decorrente de falhas e do mal funcionamento dos processos produtivos, da atividade industrial e da aplicação de artefatos técnicos em determinadas operações, podendo resultar em consequências adversas (CHOONG, HAMID, CHEW, 2016; LOURENÇO, 2007; CASTRO, PEIXOTO, RIO, 2005).

Segundo Castro, Peixoto e Rio (2005), o risco social pode ser compreendido sob dois aspectos: (i) estão relacionados ao dano que uma sociedade pode causar, por meio de eventos como guerra e conflitos armados, ou seja, relacionado ao perigo antropogênico e (ii) podem estar relacionados às vulnerabilidades e carências sociais de determinados grupos, em detrimento de outros. Já o risco econômico/financeiro está relacionado ao contexto empresarial, associado a circunstâncias que desestabilizam financeiramente uma empresa (PINTO, 2002).

Os conceitos de riscos e perigo abordados são sintetizados na figura 1. Compreende-se, portanto, que a exposição de indivíduos a diferentes tipos de perigo, torna-os suscetíveis a diferentes tipos de riscos.

Figura 1 - Riscos e Perigos



Fonte: Da autora (2024).

Como um componente presente em diversas abordagens de risco (WISNER; GAILLARD; KELMAN, 2012; HAN *et al.* 2019), vulnerabilidade é definida pela UNDRR (2022) como o conjunto de condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, uma comunidade, ativos ou sistemas aos impactos dos perigos. Este conceito será aprofundado mais adiante, no tópico seguinte (2.4.1).

Existe uma alternativa à equação tradicional que, frequentemente, é empregada para explicar o risco, especialmente no contexto da ocorrência de desastres (ALEXANDER, 1991):

$$\text{Risco} = \text{perigo} \times \text{vulnerabilidade} \times \text{exposição}$$

Em que exposição se refere à situação das pessoas, infraestrutura, habitação, capacidade de produção e outros ativos humanos tangíveis localizados em áreas sujeitas a perigos (UNDRR, 2022).

Posteriormente, foi incorporada a capacidade de proteção e de resposta das pessoas e das populações e fatores institucionais relacionados ao desenvolvimento de políticas para a mitigação dos riscos (WISNER; GAILLARD; KELMAN, 2012), ampliando a fórmula para:

$$Risco = Perigo \times \left[\left(\frac{Vulnerabilidade}{Capacidade} \right) - Mitigação \right]$$

Capacidade é a combinação de todos os pontos fortes, atributos e recursos disponíveis dentro de uma organização, comunidade ou sociedade para gerenciar e reduzir os riscos de desastres e fortalecer a resiliência. Por sua vez, mitigação é a redução ou minimização dos impactos adversos de um evento perigoso. Apesar de muitos dos impactos dos perigos não poderem ser totalmente evitados, sua gravidade pode ser reduzida por várias estratégias e ações, como técnicas de engenharia e construção e políticas ambientais e sociais (UNDRR, 2022).

Diante desse contexto, vê-se que o conceito de risco é bastante difundido (ESTEVEZ, 2011) e, como um importante componente deste conceito, é necessário compreender a definição de vulnerabilidade, tema a ser abordado na próxima seção.

2.4.1 Vulnerabilidade

Conforme mencionado na seção anterior, vulnerabilidade é um importante componente do conceito de risco. Por vulnerabilidade Weichselgartner e Bertens (2000) entendem a condição de uma determinada área em relação ao perigo, à exposição, à preparação, à prevenção e às características de resposta para lidar com perigos específicos. Ou seja, é uma medida da capacidade de um conjunto de elementos que compõem um território para resistir a certos eventos.

Para Alexander (2012) vulnerabilidade é a componente mais importante do risco e o elemento principal dos impactos dos eventos de perigo. Verifica-se uma dialética constante entre os fatores que aumentam o risco (por exemplo, furacões mais fortes, construção de novas urbanizações em áreas vulneráveis e má gestão da água) e os que o diminuem (ações de atenuação dos riscos), além da influência da percepção do risco.

Vulnerabilidade total

= Processos de amplificação do risco

– Processos de atenuação do risco

± Fatores de percepção do risco

Miller *et al.* (2010) identificam um conjunto de atributos que caracterizam a vulnerabilidade: i) é a exposição a situações de estresses ocorridos de fato ou potenciais; ii) está em constante modificação, já que não é estática; iii) está enraizada nas ações e múltiplos

atributos dos atores humanos; iv) é impulsionada e delimitada pelas redes sociais; v) é construída simultaneamente, em mais de um nível de análise e de ação; vi) múltiplos estresses são inerentes à integração da vulnerabilidade dos povos, lugares e sistemas, ou seja, as comunidades estão sempre respondendo a uma combinação complexa de elementos causadores de estresse.

As diferenças nos fatores socioeconômicos levam a diferentes níveis de impacto aos atingidos por eventos de perigo. A construção social do conceito de vulnerabilidade é válida sob as condições existentes e novas, e está enraizada em processos econômicos e políticos que podem ser analisados conjuntamente com fatores ambientais (CANNON; MÜLLER-MAHN, 2010). O conceito de vulnerabilidade possui características complexas produzidas pela combinação de fatores derivados especialmente de classe, gênero e etnia e pode ser classificada conforme os aspectos apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Vulnerabilidade: tipos, componentes e determinantes

Tipo de vulnerabilidade	Componentes	Determinantes
Vulnerabilidade de meios de subsistência	Oportunidades de renda	Posição de classe
	Tipo de sustento	Gênero
	Qualificações de entrada	Etnia
	Ativos e economias	Idade
	Estado de saúde	Ação de estado
Autoproteção	Qualidade de construção	Socioeconômicos: como acima, mais capacidade técnica de disponibilidade.
	Proteção contra riscos	Específico do perigo: período de retorno, intensidade, magnitude
	Localização de casa / trabalho	
Proteção social	Como acima mais: regulamentos de construção e intervenções técnicas	Como acima mais: nível de conhecimento científico; nível (e características) de práticas técnicas; tipo de ciência e engenharia usada pelo estado e grupos dominantes

Fonte: Adaptado de Cannon, 1994.

As causas fundamentais da vulnerabilidade social incluem a falta de recursos, de informação e de conhecimento, o acesso limitado ao poder político e à representação, determinados valores e costumes, a infraestrutura e o estilo de vida (WISNER, 2004; CUTTER *et al.*, 2015; HAN *et al.* 2019).

De acordo com Cutter (1996), a vulnerabilidade pode ser analisada sob três aspectos: i) vulnerabilidade como uma condição pré-existente; ii) vulnerabilidade como resposta controlada (*tempered response*); e iii) vulnerabilidade como perigo do lugar (*hazard of place*). Em relação

à vulnerabilidade como uma condição pré-existente, os estudos centram-se na distribuição da condição perigosa, na ocupação humana em uma zona de perigo e no grau das perdas associado à ocorrência de um evento particular, como inundação, furacão e terremoto. Ou seja, este conceito volta-se para a fonte de perigos biofísicos ou tecnológicos e, portanto, pode ser considerado como relativo a uma ótica físico-ambiental.

A vulnerabilidade como resposta controlada centra-se nas respostas da sociedade, evidenciando as respostas e as formas de lidar com os perigos, incluindo a resistência e resiliência (tópico a ser discutido na subseção seguinte). Esta perspectiva tem enfoque na construção social da vulnerabilidade e em aspectos condicionantes da capacidade individual ou coletiva para lidar com eventos de perigo e responder a eles, como fatores culturais, econômicos, políticos e sociais. Esta tendência refere-se, de um modo geral, à vulnerabilidade sob uma ótica social (CUTTER, 1996).

Por fim, a vulnerabilidade como perigo do lugar trata de processos espaciais, somando as características das duas anteriores e acrescentando uma visão geográfica/espacial. Assim, vulnerabilidade estaria associada tanto a riscos biofísicos quanto a respostas sociais, mas em um domínio geográfico específico. Cutter (1996) propõe um refinamento da perspectiva que originou essa proposta, desenvolvendo um modelo de vulnerabilidade que relaciona risco, mitigação, potencial de perigo, tecido social, vulnerabilidade social, contexto geográfico e vulnerabilidade biofísica e tecnológica. Segundo a autora, o tema da vulnerabilidade como perigos do lugar pode ser visto como uma expressão da interseção da vulnerabilidade ambiental, social e espacial, ou seja, é uma visão de análise interdisciplinar.

Em geral, o conceito de vulnerabilidade representa um conjunto de elementos que contribuem para perdas de bem-estar, como renda, saúde, meios de subsistência, violência, entre outros. No entanto, esses elementos são difíceis de serem comparados, portanto, um conceito universal de vulnerabilidade (capaz de agregar todos os resultados) pode não ser alcançável, sendo necessário estabelecer medidas para que seja analisado sob diferentes perspectivas, as quais possuem diferentes marcadores: econômica, social, ambiental e institucional (ALWANG; SIEGEL; STEEN, 2001; BIRKMANN; WISNER, 2006).

Grande parte da literatura econômica tem centrado os estudos de vulnerabilidade na definição e medição da pobreza e seus determinantes. Desse ponto de vista, pode-se definir e medir vulnerabilidade como a probabilidade de cair abaixo de uma linha de pobreza em um momento de estresse, como em um tsunami ou seca, e o nível dessa pobreza, ou seja, o quão profunda é a carência diante desses fortuitos (BIRKMANN; WISNER, 2006). Coudouel *et al.* (2002) identificam, em sua análise, a vulnerabilidade por meio das variações de renda ou

consumo e afirmam que este aspecto da vulnerabilidade, medido pela variabilidade da renda, é apenas uma das muitas facetas desse conceito. Pritchett, *et al.* (2000) definem vulnerabilidade como o risco de uma família cair na pobreza pelo menos uma vez nos próximos anos. Eles reconhecem a necessidade de decompor a vulnerabilidade em riscos e componentes de resposta a riscos, mas devido às limitações de dados, usaram *proxies* para os riscos enfrentados pelas famílias e suas respostas aos riscos.

No tocante à vulnerabilidade social, Ran *et al.* (2020) afirmam que há um amplo consenso sobre as dimensões centrais que a moldam – por exemplo, crescimento populacional, renda e estrutura familiar – mas sua mensuração varia significativamente entre os estudos. Muitos sociólogos adotam o termo “vulnerabilidade” como um meio alternativo de caracterizar as dimensões da pobreza normalmente não captadas por medidas monetárias. Na verdade, os sociólogos frequentemente discutem “vulnerabilidade social” em oposição a “vulnerabilidade econômica”. Eles identificam grupos vulneráveis, como crianças em risco, mulheres responsáveis pela renda da família, idosos e deficientes. Ou seja, vulnerabilidade passa a incluir capital social e força das relações familiares (ALWANG; SIEGEL; STEEN, 2001).

Vulnerabilidade ambiental define-se como o grau em que um sistema natural é suscetível ou incapaz de lidar com os efeitos das interações externas. Pode ser decorrente de características ambientais naturais ou de pressão causada por atividade antrópica; ou ainda de sistemas frágeis de baixa resiliência (AQUINO; PALETTA; ALMEIDA, 2017).

O conceito de vulnerabilidade institucional está associado às deficiências da função da sociedade no estabelecimento de políticas, no processo de decisão e da ação das instituições envolvidas em situações ou eventos de risco (FREITAS *et al.*, 2001). Birkmann e Wisner (2006) afirmam que as instituições desempenham um papel importante em relação à vulnerabilidade. Instituições como governos, empresas, mercados e sistemas de saúde podem ter mais ou menos capacidade para lidar com eventos extremos e choques e capacidade de continuar com suas funções normais ou, pelo menos, de restabelecê-las rapidamente. Além disso, a forma como as instituições impactam a vida das pessoas pode torná-las mais ou menos vulneráveis (BIRKMANN; WISNER, 2006).

Os principais conceitos de vulnerabilidade expostos acima estão sintetizados na figura 2.

Figura 2 - Principais definições de vulnerabilidade

<p>VULNERABILIDADE ECONÔMICA</p> <p>Probabilidade de cair abaixo de um nível de pobreza em um momento de estresse, como em um tsunami ou seca, e o quão profunda é a carência diante desses fortuitos (BIRKMANN; WISNER, 2006).</p>	<p>VULNERABILIDADE SOCIAL</p> <p>Há um amplo consenso sobre as dimensões centrais que a moldam – por exemplo, crescimento populacional, renda e estrutura familiar – mas sua mensuração varia significativamente entre os estudos (RAN <i>et al.</i>, 2020).</p>
<p>VULNERABILIDADE AMBIENTAL</p> <p>Grau em que um sistema natural é suscetível ou incapaz de lidar com os efeitos das interações externas (AQUINO; PALETTA; ALMEIDA, 2017).</p>	<p>VULNERABILIDADE INSTITUCIONAL</p> <p>Associado às deficiências da função da sociedade no estabelecimento de políticas, no processo de decisão e da ação das instituições envolvidas em situações ou eventos de risco (FREITAS <i>et al.</i>, 2001).</p>

Fonte: Da autora (2024).

Dessa forma, Mendes (2018) conclui que para a avaliação da vulnerabilidade e seu uso como um instrumento eficaz de planejamento, deve-se atentar às dimensões estruturais do território; às características biofísicas; à estrutura e a dinâmica demográfica das populações; ao capital social e às redes sociais existentes; às dimensões socioculturais; às políticas públicas; às políticas de desenvolvimento e de investimento público; e à atividade econômica.

Dado o exposto, o conceito de vulnerabilidade pode ser sinteticamente definido como a fragilidade de um sistema, revelada a partir de uma situação de risco. Este conceito é, portanto, indissociável da ideia de resiliência a ser abordada no próximo tópico, que pode ser entendida como a resposta do sistema à efetiva situação de risco.

2.4.2 Resiliência econômica

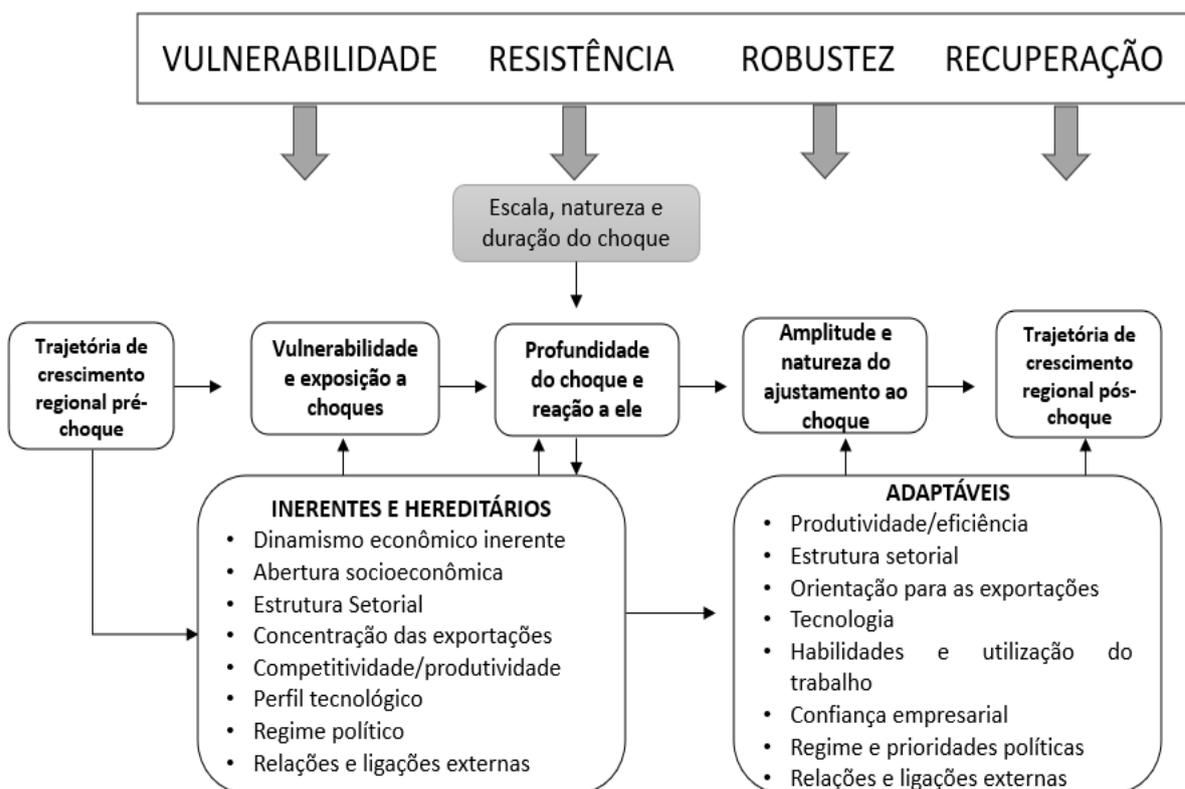
A ideia de resiliência é amplamente utilizada para compreensão do conceito de risco e sua gestão. Matyas e Pelling (2015) associam o conceito de risco à ideia de resiliência, em que resistência, ajuste incremental e transformação são três abordagens para criar resiliência na política de gerenciamento de risco. Os autores admitem que resiliência não é o oposto de vulnerabilidade que, embora existam sobreposições entre os termos, eles são mais bem compreendidos como conceitos distintos, apesar de existirem características ou atributos que podem simultaneamente nos tornar vulneráveis e afetar nossa capacidade de adaptação. A resiliência é mais do que apenas uma recuperação.

Para Manyena, resiliência é "a capacidade intrínseca para um sistema, uma comunidade e uma sociedade afetadas por um choque ou estresse adaptarem-se e sobreviverem, alterando os seus hábitos não essenciais e reconstruindo-se" (2006, p. 446).

Martin e Sunley (2015) definem resiliência como a capacidade de a economia de um território resistir ou se recuperar de choques de mercado, competitivos e ambientais, em sua trajetória de crescimento, se necessário por meio de mudanças adaptativas em suas estruturas econômicas e seus arranjos sociais e institucionais, com o intuito de manter ou de retornar à sua trajetória anterior ou de promover um novo caminho sustentável de desenvolvimento, caracterizado por uma utilização mais plena e produtiva de seus recursos físicos, humanos e ambientais.

Na literatura econômica não há um consenso universal sobre o conceito de resiliência. Uma definição comum é a de Martin e Sunley (2015), apresentada na figura 3, que assume que resiliência econômica envolve vários elementos como a vulnerabilidade econômica do sistema, a existência de choques, o estado ou a trajetória de referência na ausência de choques (níveis de crescimento pré-choque), a resistência ou a escala de reação ao choque do sistema, a robustez dos choques, a recuperação ou a rapidez com que o sistema retorna ao seu estado de equilíbrio ou trajetória de crescimento pré-choque, além de as iniciativas de reparação e intervenções públicas e estruturais de apoio.

Figura 3 - Determinantes da Resiliência Econômica



Fonte: Martin e Sunley (2015).

Na figura 2, os autores destacam fatores preponderantes e intrínsecos ao sistema, os quais determinam a sua resiliência. De acordo com Martin e Sunley (2015), a vulnerabilidade do sistema, a sua capacidade de resistência e a robustez do choque (como sua origem, natureza e incidência, dimensão e duração da perturbação) determinam sua recuperação. Algumas dessas características são inerentes, outras são hereditárias e outras são adaptáveis, mas todas determinam a recuperação ou a rapidez com que o sistema retorna ao seu estado de equilíbrio ou à trajetória de crescimento pré-choque, e podem ser estimuladas por meio de iniciativas de reparação e/ou intervenções públicas e estruturais de apoio (MARTIN; SUNLEY, 2015).

Segundo Oprea *et al.* (2020), na economia considera-se que a resiliência é composta pelos seguintes elementos: resistência (a capacidade de uma economia lidar com choques); absorção (a capacidade de uma economia de assumir um choque); recuperação (a capacidade de uma economia retornar ao seu estado anterior); e reorientação (se houver, a capacidade de uma economia de mudar estruturalmente e restaurar um equilíbrio superior ao da economia).

Segundo Martin *et al.* (2016), dois importantes conceitos permeiam as definições de resiliência: resistência e recuperação. Resistência refere-se à capacidade de adaptação após um momento de estresse, ou seja, o quanto o sistema resiste e acomoda o choque sem alterar sua estrutura inicial. A dimensão de recuperação relaciona-se à capacidade do sistema de retomar a sua trajetória de crescimento inicial ou até mesmo de avançar em relação a essa condição (MARTIN; SUNLEY, 2015).

Devido à complexidade dos amplos atores, ambientes, propósitos e disciplinas envolvidas nos territórios, não há um indicador universal para resiliência, resultando em um panorama de indicadores diverso e de alta complexidade (CUTTER, 2016). Conforme Briguglio *et al.* (2009), o índice de resiliência econômica pode ser obtido a partir da estabilidade macroeconômica do sistema, como déficit fiscal, índice de inflação e de desemprego, e débito externo; e da eficiência microeconômica do mercado, calculado a partir da regulação de crédito e mercado de trabalho. Para sua aferição, Pontarollo e Serpieri (2020) recomendam a utilização de indicadores macroeconômicos como o produto interno bruto (PIB), o nível de emprego e a produtividade. Em Oprea *et al.* (2020), a forma de mensuração de resiliência econômica adotada procura determinar o grau de resistência ou de sensibilidade do território ao evento de perigo ocorrido a partir os indicadores de PIB.

O Hyogo *Framework for Action* 2005–2015 (HFA) - “Construindo a Resiliência de Nações e Comunidades aos Desastres” trouxe a ideia de resiliência para o campo das políticas de gestão de desastres (*United Nations International Strategy for Disaster Reduction - UNISDR*, 2005). O sucessor do HFA, *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction* 2015 –

2030, determina sete metas e quatro prioridades de ação para prevenção e redução dos riscos de desastres: i) compreender o risco de desastres; ii) fortalecer a governança de risco de desastres para gerenciar seus riscos; iii) investir na redução de desastres através da resiliência e; iv) aumentar a preparação para desastres para uma resposta eficaz e para uma melhor recuperação, reabilitação e reconstrução (*United Nations Office for Disaster Risk Reduction-UNDRR, 2022*).

Visando à redução da vulnerabilidade e ao incremento da resiliência, o foco das políticas públicas tem sido a redução dos custos e a mensuração técnica e operacional da vulnerabilidade, marginalizando questões de cidadania, qualidade de vida e segurança estrutural das populações (MENDES, 2018). Matyas e Pelling (2015), concluem, como último aspecto para o alcance da resiliência, a transformação, que diz respeito a mudanças mais profundas em áreas que vão de indivíduos, instituições e regimes, à infraestrutura.

Dessa forma, o conceito de resiliência aqui adotado pode ser sintetizado como o conjunto das características que tornam um território mais resistente e menos vulnerável a um evento de perigo, sob o aspecto econômico.

Portanto, a partir do que fora exposto na seção 2.4, as seguintes Hipóteses Teóricas (HT) serão analisadas nesta pesquisa:

Tabela 4 - Hipóteses Teóricas

HT1	A presença de MHIs em um território aumenta o risco socioeconômico.	Choong, Hamid e Chew (2016); Lourenço (2007); Castro, Peixoto e Rio (2005)
HT2	O aumento da resiliência do território diminui as vulnerabilidades;	Weichselgartner e Bertens (2000); Alexander (2012); Matyas e Pelling (2015); Martin e Sunley (2015).
HT3	O aumento da resiliência minimiza o risco socioeconômico.	Wisner, Gaillard e Kelman (2012); Matyas e Pelling (2015).

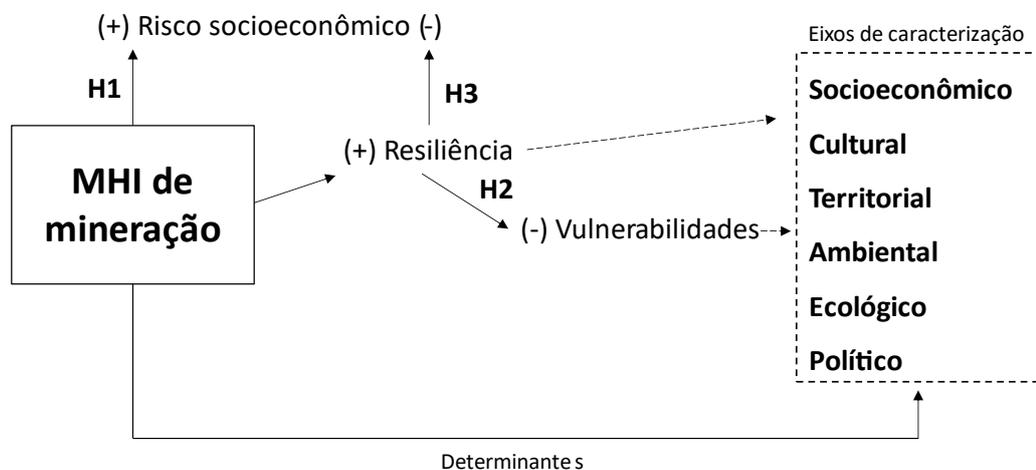
Fonte: Da autora (2024).

A Figura 4 representa as hipóteses teóricas que se pretende investigar neste trabalho, bem como os objetivos específicos que sustentam a pesquisa. Ou seja, pretende-se identificar e caracterizar o território por meio dos eixos da sustentabilidade (objetivo específico a); investigar quais são os determinantes da presença da MHI de mineração em um território (objetivo específico b), bem como discutir as externalidades da presença de MHIs de

mineração, nas dimensões da vulnerabilidade, da resiliência econômica e do risco socioeconômico (objetivo específico c).

Além disso, admite-se que a presença dessas empresas no território tende a aumentar o risco socioeconômico (H1) e aumentar a resiliência. Por meio do aumento da resiliência, tem-se a redução das vulnerabilidades (H2) e a minimização do risco socioeconômico (H3). A vulnerabilidade e a resiliência do local serão analisadas de acordo com os eixos de caracterização do território, com referência às dimensões da sustentabilidade.

Figura 4 - Modelo conceitual de análise



Fonte: Da autora (2024).

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa será conduzida conforme as seguintes características:

- Natureza: quantitativa, pois, de acordo com Richardson (1999), a pesquisa quantitativa é caracterizada pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de dados, quanto no tratamento deles por meio de técnicas estatísticas.
- Finalidade: é classificada, essencialmente, como pesquisa aplicada, visto que propõe uma investigação com finalidade de aplicação prática, visando a propor soluções para questões no âmbito das sociedades (GIL, 2019).
- Objetivos: descritiva, uma vez que tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população, analisando, ainda, o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2019).
- Procedimentos: inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, considerando os tópicos do referencial teórico. Posteriormente, será feita uma pesquisa experimental, já

que, uma vez determinado o objeto de estudo, foram selecionadas as variáveis capazes de influenciá-lo e definidas as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto, a fim de demonstrar o efeito de uma variável sobre a outra no contexto específico (GIL, 2019).

3.2 Objeto de estudo e amostragem

As empresas mineradoras realizam a atividade de extração de minerais que possuem valor econômico. Essa atividade foi vital para o desenvolvimento da humanidade e ainda possui grande importância, visto que a produção industrial, em seus mais diversos setores, é altamente dependente da utilização de recursos minerais (NUNES, 2010).

Conforme dados da Agência Nacional de Mineração (ANM), a indústria de mineração brasileira possui uma das maiores produções do mundo, sendo a mineração um dos pilares da sustentação econômica do país. Atualmente, a atividade ocupa 0,6% do território brasileiro, sendo responsável por 16,8% do PIB Industrial e pela geração de aproximadamente 175 mil empregos diretos e cerca de 2 milhões de empregos indiretos, além de um faturamento anual de US\$ 38 bilhões (IBRAM, 2020).

As principais empresas produtoras de minério de ferro do Brasil estão localizadas em Minas Gerais e no Pará, devido a questões geográficas que favorecem a exploração. Em Minas Gerais, das 64 usinas de minério de ferro existentes, 38 são empresas de grande porte, 17 de médio porte e 9 de pequeno porte. No entanto, dentre essas empresas, há cinco principais, as quais correspondem a aproximadamente 92% da produção total de minério de ferro do país, a saber: Vale S.A, CSN-Mineração S.A., Anglo American Minério de Ferro Brasil S.A., Mineração Usiminas S.A. e Vallourec Mineração Ltda (DNPM, 2020b). Nesse sentido, Melo e Tavares (2009) afirmam que o setor de mineração no Brasil é altamente concentrado. Diante desse contexto, o objeto de estudo da presente pesquisa caracteriza-se como sendo as *Major Hazard Installations* (MHIs) do tipo mineradoras que atuam nos municípios do estado de Minas Gerais.

Para a composição da amostra, foram selecionados todos os 853 municípios mineiros. Como *proxy* da presença de MHIs do tipo mineração, será utilizada a presença de barragens de rejeito de minério. Do total de municípios mineiros, 60 possuem barragens de rejeitos de minério, ou seja, empresas mineradoras estabelecidas.

3.3 Dados e coleta

As variáveis a serem utilizadas na pesquisa foram selecionadas de acordo com cada eixo de identificação e caracterização de territórios, subdivididos conforme os eixos de sustentabilidade (seção 2.3), uma vez que tais eixos são úteis para identificar e caracterizar, de forma abrangente, um território, estando diretamente associadas à sua vulnerabilidade, pois apresentam as características que performam o risco nesse território. Os eixos política nacional e internacional serão agrupados em políticas locais, pois a análise se dará em âmbito municipal. As classificações serão: social, cultural, ecológico, ambiental, territorial, econômico e político. Não foi possível identificar disponibilidade dos mesmos dados para todos os municípios em estudo, durante certo período de tempo. Por este motivo, optou-se por um estudo em Cross-Section com os dados referentes ao último ano disponível para cada variável.

A tabela 5 apresenta o conjunto das variáveis a serem exploradas e suas respectivas fontes as quais, posteriormente, serão subdivididas de acordo com cada eixo.

Tabela 5 - Dados e fontes

Dimensão	Variável	Ano	Fonte	Referência
Cultural	Museu	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	SIQUEIRA, Leonardo Ribeiro et al. Análise de variáveis para mensuração da eficiência do gasto público por função de governo. Administração Pública e Gestão Social , 2019.
	Teatro	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	
	Cinema	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	
	Biblioteca	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	
	Centro cultural	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	
	Pluralidade de equipamentos culturais	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	
	Disponibilidade de meios de comunicação	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	
	Arquivo público	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	
	Número de bibliotecas	2021	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	
Ambiental	% áreas de proteção integral	2010	Fundação João Pinheiro - A) Instituto Estadual de Florestas - IEF. B) Instituto de Geociências Aplicadas - IGA.	SIQUEIRA, Leonardo Ribeiro et al. Análise de variáveis para mensuração da eficiência do gasto público por função de governo. Administração Pública e Gestão Social , 2019.
	Nº de domicílios com energia elétrica	2010	IBGE/Censo Demográfico	VASCONCELOS, A. C. F.; CÂNDIDO, G. A.; FREIRE, E. M. X. Vulnerabilidade Socioambiental: proposição de temas e indicadores para cidades brasileiras. Gaia Scientia , v. 13, n. 2, pp. 1-18, 2019.
	Consumo per capita de água	2020	Semad	
	% população urbana em domicílios com esgotamento sanitário	2021	SNIS	
	Existência de esgotamento sanitário	2010	IBGE/Censo Demográfico	
	Existência de coleta seletiva do lixo	2020	Semad	

	Resíduos sólidos urbanos per capita	2010	A) Instituto Estadual de Florestas - IEF. B) Instituto de Geociências Aplicadas - IGA. Cálculo - Fundação João Pinheiro	
	% população sem coleta de lixo	2020	SNIS RS	
	Total de domicílios	2010	IBGE/Censo Demográfico	
Territorial	% áreas de proteção integral	2010	Fundação João Pinheiro - A) Instituto Estadual de Florestas - IEF. B) Instituto de Geociências Aplicadas - IGA.	
	Taxa de urbanização	2021	Fundação João Pinheiro/2021	
	Taxa de crescimento demográfico	2010	IBGE/Censo Demográfico	VASCONCELOS, A. C. F.; CÂNDIDO, G. A.; FREIRE, E. M. X. Vulnerabilidade Socioambiental: proposição de temas e indicadores para cidades brasileiras. Gaia Scientia , v. 13, n. 2, pp. 1-18, 2019.
	Ônibus e Micro-ônibus	2021	Ministério da Infraestrutura, Secretaria Nacional de Trânsito - SENATRAN	
	Taxa de automóveis	2021	Ministério da Infraestrutura, Secretaria Nacional de Trânsito - SENATRAN	
	Existência de Conselho municipal de segurança pública	2014	Polícia Militar de Minas Gerais - PMMG	
	% população urbana em domicílios com abastecimento de Água	2020	SNIS AE	BRAGA, Tania Moreira; DE OLIVEIRA, Elzira Lucia; GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. Anais ABEP - Associação Brasileira de Estudos Populacionais , p. 1-17, 2016.
	% população urbana em domicílios com esgotamento sanitário	2021	SNIS AE	
	População Total	2010	IBGE/Censo Demográfico	
	Socioeconômica	Índice de Gini	2010	IBGE/Censo Demográfico
% da população inscrita no CadÚnico		2021	Fundação João Pinheiro	
Taxa de atividade de maiores de 18 anos		2010	IBGE/Censo Demográfico	BRAGA, Tania Moreira; DE OLIVEIRA, Elzira Lucia; GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. Anais ABEP - Associação Brasileira de Estudos Populacionais , p. 1-17, 2016.
Taxa de desocupação de maiores de 18 anos		2010	IBGE/Censo Demográfico	
% de crianças extremamente pobres		2010	IBGE/Censo Demográfico	

	Renda Per capita	2010	Fundação João Pinheiro	
	PIB per capita	2020	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Fundação João Pinheiro (FJP)	BRAGA, Tania Moreira; DE OLIVEIRA, Elzira Lucia; GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. Anais ABEP - Associação Brasileira de Estudos Populacionais , p. 1-17, 2016.
	População economicamente ativa de 10 anos ou mais de idade	2010	Atlas Brasil	
	Consumo médio de água per capita	2020	Sisema	
Ecológica	% cobertura vegetal por Mata Atlântica	2010	Fundação João Pinheiro - SEMAD/IEF/UFLA/FJP/FAEPE-ZEE- Zoneamento Econômico Ecológico de Minas Gerais, e Inventário Florestal.	BRAGA, Tania Moreira; DE OLIVEIRA, Elzira Lucia; GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. Anais ABEP - Associação Brasileira de Estudos Populacionais , p. 1-17, 2016.
	% áreas de proteção integral	2010	Fundação João Pinheiro - A) Instituto Estadual de Florestas - IEF. B) Instituto de Geociências Aplicadas - IGA.	
	% cobertura por floresta plantada	2021	MAPBIOMAS. Projeto MapBiomias – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil	
	% cobertura vegetal por flora nativa	2021	MAPBIOMAS. Projeto MapBiomias – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil	
	Participação nos focos de calor do estado	2021	INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Programa Queimadas	
	% áreas de uso sustentável	2010	Fundação João Pinheiro - A) Instituto Estadual de Florestas - IEF. B) Instituto de Geociências Aplicadas - IGA.	
Política	IGM/CFA	2023	Conselho Federal de Administração (CFA)	
Barragens	Existência de barragens de contenção de rejeitos de minério	2021	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB	

Fonte: Da autora (2024).

3.4 Análise fatorial

As variáveis definidas na seção 3.3 serão subdivididas de acordo com cada eixo de caracterização, sendo realizada uma análise fatorial para cada um deles. A análise fatorial é um método de análise multivariada que visa definir a estrutura inerente entre as variáveis na análise. Fornece as ferramentas para analisar a estrutura das inter-relações (correlações) de um grande número de variáveis, definindo conjuntos de variáveis que são fortemente correlacionadas, denominados fatores. Esses fatores, que são por definição altamente correlacionados, são considerados como representantes de dimensões dentro dos dados (HAIR *et al.*, 2009).

Considerando os estágios da análise fatorial definidos por Hair *et al.* (2009), inicialmente, de acordo o problema de pesquisa, este trabalho utilizará uma análise fatorial exploratória pois, conforme Hair (2009), busca por uma estrutura em um conjunto de variáveis, sendo utilizada, neste caso, como um método de redução de dados. Ou seja, por meio da análise fatorial, busca-se criar um único fator representativo das variáveis correlacionadas em cada eixo de caracterização.

Segundo Hair *et al.* (2009), para tornar prático o trabalho, é necessário de cinco a dez vezes mais casos do que o número de variáveis propostas na pesquisa. Assim, cumprindo as exigências da análise fatorial, foram selecionadas apenas variáveis métricas e a amostra apresenta mais observações (número de municípios mineiros) do que variáveis (seção 3.3), de acordo com o nível desejado (HAIR *et al.*, 2009).

Será necessário verificar se a matriz de dados apresenta correlações suficientes para justificar a aplicação da análise fatorial. Tal verificação será fornecida pelo *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) por meio da matriz de correlação anti-imagem, que apresenta o valor negativo da correlação parcial em que, para ser significativa, as correlações deverão ser superiores a 0,30 (HAIR *et al.*, 2009).

De acordo com Hair *et al.* (2009), outro modo de determinar a adequação da análise fatorial é o teste de esfericidade de *Barllet*, que examina a matriz de correlação inteira. Esse teste fornecerá a significância estatística de que a matriz de correlação tem correlações significantes entre pelo menos algumas das variáveis. Os autores afirmam que valores acima de 0,6 são aceitáveis.

Após a especificação das variáveis e a preparação da matriz de correlação, devem ser tomadas decisões com relação ao método de extração dos fatores (análise de fatores comuns ou análise de componentes principais) e ao número de fatores selecionados para explicar a estrutura latente dos dados. Neste trabalho será utilizada a análise fatorial por componentes

principais, uma vez que ela é a mais adequada quando a redução de dados é uma preocupação prioritária, focando o número mínimo de fatores necessários para explicar a porção máxima da variância total representada no conjunto original de variáveis (HAIR *et al.*, 2009).

Os autores admitem que ao decidir quando parar a fatoração, o pesquisador deve combinar uma fundamentação conceitual (quantos fatores devem estar na estrutura?) com alguma evidência empírica (quantos fatores podem ser razoavelmente sustentados?). Uma base quantitativa exata para decidir o número de fatores a extrair ainda não foi desenvolvida.

Nesta pesquisa, considerando o objetivo de que sejam extraídos o mínimo de fatores possível para representar cada dimensão, delimitou-se o percentual mínimo de 50% da variância total explicada para a seleção do número de fatores por eixo. Além disso, será utilizado o fator mais representativo de cada eixo, visto que o primeiro fator é considerado como o melhor resumo de relações lineares exibidas nos dados.

O penúltimo estágio consiste na interpretação e rotação dos fatores. A rotação de fatores melhora a interpretação pela redução de algumas das ambiguidades que acompanham as soluções fatoriais não rotacionadas, ou seja, visa simplificar as linhas e colunas da matriz para facilitar a interpretação dos dados. Para tanto, o método utilizado nesta pesquisa será o de rotação oblíqua, por ser mais flexível, já que os eixos fatoriais não precisam ser ortogonais (90°). O critério de rotação ortogonal disponibilizado pelo *software* SPSS versão 20 é o VARIMAX, utilizado quando o objetivo é reduzir o número de variáveis originais, independente da significância dos fatores. Para amostras superiores a 350, a carga fatorial aceitável é de 0,30 para que se garanta a significância (HAIR *et al.*, 2009).

Assim, de forma sintética, neste trabalho a análise fatorial será realizada por meio do *software* SPSS, versão 20, seguindo as seguintes etapas: construção da matriz de correlação, verificação da adequabilidade da base de dados através do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), determinação da matriz de cargas fatoriais utilizando o método dos componentes principais, extração de um fator para cada eixo de caracterização territorial; rotação ortogonal dos fatores utilizando o método VARIMAX; e interpretação dos fatores a partir da análise das cargas fatoriais das variáveis.

3.5 Propensity-Score Matching (PSM)

Para se discutir acerca das externalidades geradas em territórios com presença de MHIs de mineração, torna-se essencial que seja estimado o efeito das mineradoras nas localidades instaladas. Dessa forma, será utilizada a metodologia do *Propensity Score Matching* (PSM), que mensura o impacto das barragens nos territórios e tem por objetivo comparar os grupos de

controle e tratamento. Essa metodologia busca homogeneizar a distribuição de várias variáveis entre os grupos. O *Propensity-Score* integra uma probabilidade antecipada de um indivíduo de respectivo grupo - tratamento ou controle – ser observado no outro grupo, segundo as características observadas. Assim, estima-se o grupo de contrafactuais, que serão a base para o pareamento.

Neste trabalho ficam discriminados que o grupo de tratamento são os municípios com barragens, e o grupo de controle são os municípios que não as possuem.

O PSM se fundamenta, entre outras coisas, na seguinte pergunta: o que aconteceria com os indivíduos, que receberam o tratamento, se eles não tivessem recebido este tratamento (ou o contrário)? Ou seja, busca-se estimar um efeito que represente o indivíduo observado se ele estivesse no grupo de tratamento.

Assim, o município possui dois produtos potenciais:

- Y_{1i} se o indivíduo i for tratado: $D_i = 1$;
- Y_{0i} se o indivíduo i não for tratado: $D_i = 0$.

Dessa forma, define-se como efeito de tratamento:

$$\Delta_i = Y_{1i} - Y_{0i}$$

Assume-se também, de acordo com Caliendo e Kopeinig (2008), que o efeito de tratamento médio de interesse é o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT), definido como:

$$\tau_{ATT} = E(\tau|D = 1) = E[Y(1)|D = 1] - E[Y(0)|D = 1]$$

Além disso, a metodologia PSM parte de alguns pressupostos de identificação, como o pressuposto de independência ($Y_1, Y_0 \perp D$). Desse pressuposto, deveriam as seguintes condições:

$$E\{Y_{0i}|D_i = 0\} = E\{Y_{0i}|D_i = 1\} = E\{Y_{0i}\} \quad E\{Y_{1i}|D_i = 0\} = E\{Y_{1i}|D_i = 1\} = E\{Y_{1i}\}$$

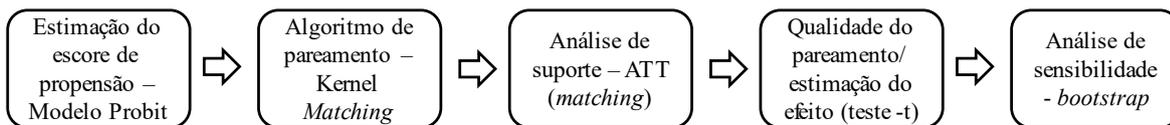
$$E\{Y_{0i}|D_i = 1\} - E\{Y_{0i}|D_i = 0\} = 0$$

Assim, pode-se estimar o parâmetro de interesse:

$$\theta = E\{\Delta_i|D_i = 1\} = E\{Y_{1i}|D_i = 1\} - E\{Y_{0i}|D_i = 0\}$$

Para tanto, seguindo o *framework* de Caliendo e Kopeinig (2008), serão percorridos os seguintes caminhos:

Figura 5 - Framework PSM



Fonte: Da autora (2024), com base em Caliendo e Kopeinig (2008).

Um dos parâmetros do *Propensity-Score* é que seja possível constatar os grupos de controle e tratamento com uma sobreposição substancial. Portanto, segue a fórmula do *Propensity-Score*:

$$P(x) = \Pr[D = 1 | X = x]$$

em que $P(x)$ é definido como a probabilidade condicional de participar do tratamento dadas as características do indivíduo (x). No caso do presente estudo, a análise é: territórios com empresas com barragens de rejeitos de mineração possuem mais externalidades do que aqueles onde essas organizações não estão presentes. Para estimar o *Propensity-Score*, este estudo usará o modelo de resposta binária com a função *Probit*. Considere uma classe de modelos de resposta binária:

$$P(y = 1|x) = G(\beta_0 + \beta_1 X),$$

sendo G uma função assumindo valores estritamente entre zero e um; em que G é a função de distribuição cumulativa normal padrão, que é considerada como uma integral:

$$G(z) = \Phi(z) \equiv \int_{-\infty}^z \phi(v) dv$$

em que $\phi(z)$ é a densidade normal padrão. A escolha de G assegura que a probabilidade de ser tratado esteja entre zero e um.

Por fim, para a operacionalização do PSM, foi utilizado o *software Stata* versão 16, que é um pacote de *software* estatístico completo e integrado que fornece análise e gerenciamento de dados, gráficos e muitos recursos estatísticos, como regressão linear, análise de cluster, efeitos do tratamento, entre outros.

3.5.1 Modelo de estimação

Como função objetivo, serão testados os fatores de caracterização (socioeconômico, cultural, ecológico, ambiental, territorial e político) e as variáveis mais representativas dentro do fator.

O primeiro estágio da estimação consiste no modelo *Probit*, dado por:

$$\text{Presença de MHIs (mineração)}_i = \alpha_i + \beta_1 S_i + \beta_2 C_i + \beta_3 EL_i + \beta_4 A_i + \beta_5 T_i + \beta_7 P_i + \varepsilon_i$$

O *Propensity Score Matching* (PSM) representa o segundo estágio e será estimado considerando como *outcomes* cada fator de caracterização e a variável mais representativa dos fatores, conforme as equações abaixo:

$$\text{outcome} = \alpha_i + \beta_1 \text{Presença de MHIs}_i + \beta_2 S_i + \beta_3 C_i + \beta_4 EL_i + \beta_5 A_i + \beta_6 T_i + \beta_7 P_i + \varepsilon_i$$

sendo *i* o indexador de município e as variáveis S, fator Socioeconômico; C, fator Cultural; EL, fator Ecológico, A fator Ambiental, T fator Territorial, e P fator Político.

Ressalta-se que as Hipóteses Teóricas (HT) a serem discutidas nesta pesquisa serão, de acordo com a tabela 4 da seção 2.4:

HT1	A presença de MHIs em um território aumenta o risco socioeconômico.	Choong, Hamid e Chew (2016); Lourenço (2007); Castro, Peixoto e Rio (2005)
HT2	O aumento da resiliência do território diminui as vulnerabilidades;	Weichselgartner e Bertens (2000); Alexander (2012); Matyas e Pelling (2015); Martin e Sunley (2015).
HT3	O aumento da resiliência minimiza risco socioeconômico.	Wisner, Gaillard e Kelman (2012); Matyas e Pelling (2015).

Fonte: Da autora (2023).

3.6 Etapas da pesquisa

Em síntese, para a consecução dos objetivos que sustentam esta pesquisa, serão percorridas as seguintes etapas:

- 1- Organização da base de dados secundária: identificação e caracterização do território, com referência aos eixos de sustentabilidade;
- 2- Análise fatorial para cada eixo de caracterização identificado;
- 3- *Propensity-Score Matching* (PSM) utilizando a variável binária presença ou não de MHIs do tipo mineração e como variáveis resultado os fatores de cada eixo e as variáveis mais representativas de cada fator.

4 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados na seguinte ordem: resultados da análise fatorial, resultados do modelo *Probit*, resultado dos testes de diferença com os fatores de cada eixo de

caracterização e suas variáveis mais representativas. Em seguida, serão discutidos e interpretados.

4.1 Identificação e caracterização do território: Análise Fatorial

Tabela 6 - Resultados Análise Fatorial

EIXO	Total da Variância Explicada	KMO	Componentes principais		
			1	2	3
Cultural	62,12%	,712	Pluralidade de equipamentos culturais	Nº de bibliotecas	n.a
			Existência de Teatro		
			Existência de Museu		
			Existência de Cinema		
			Existência de Centro cultural		
Ambiental	61,5%	,706	Nº total de domicílios	Áreas de proteção integral	n.a
			Nº de domicílios com Energia elétrica	% da população sem coleta de lixo	
			Nº de domicílios com esgotamento sanitário	% população com esgotamento sanitário	
			Existência de coleta seletiva do lixo		
			Nº de automóveis	% população com esgotamento sanitário	
Territorial	62,6%	,836	Nº de ônibus	Existência de Conselho Municipal de Segurança Pública	n.a
			Nº de micro-ônibus		
			População		
			Taxa de urbanização		
			Renda per capita	Taxa de desocupação	
Socioeconômico	63,8%	,714	Grau de formalização do trabalho	Taxa de atividade	Crianças extremamente pobres
			% da população inscrita no Cadastro Único	Transferências totais per capita	
Ecológico	54,9%	,615	Cobertura vegetal por flora nativa	Participação nos focos de calor do estado	Consumo médio de água per capita

			Participação nos focos de calor do estado	Cobertura vegetal por Mata Atlântica	Cobertura vegetal por floresta plantada
			Cobertura agropecuária	Áreas de uso sustentável	Áreas de proteção integral
Político	n.a	n.a	IGM-CFA	n.a	n.a

Fonte: Da autora (2024).

A fim de agrupar as variáveis de cada eixo de caracterização em fatores, as soluções apresentadas na tabela 6 cumpriram os requisitos exigidos para a realização da Análise Fatorial (HAIR et al., 2009), com KMO superior a 0,6 e teste de esfericidade de Bartlett significativo ($p < 0,01$).

No tocante ao eixo cultural, conforme tabela 6, a solução de dois fatores apresentou 62,12% da variância explicada. Os componentes dos fatores do eixo cultural são expressos na tabela 6. A saber, no componente 1 foram incluídas as variáveis: pluralidade de equipamentos culturais; existência de teatro municipal; existência de museu; existência de cinema; n° de meios de comunicação; e existência de centro cultural. No componente 2 foi incluída a variável n° de bibliotecas.

No eixo ambiental, de acordo com a tabela 6, a solução de dois fatores apresentou 61,5% da variância explicada. No fator 1, foram incluídas as variáveis: n° total de domicílios; n° de domicílios com energia elétrica; n° de domicílios com esgotamento sanitário; e existência de coleta seletiva do lixo. No fator 2, incluem-se as variáveis áreas de proteção integral; população sem coleta de lixo; e população com esgotamento sanitário.

Em relação ao eixo territorial, a solução de dois fatores apresentou 62,6% da variância total explicada. O componente 1 é o conjunto das variáveis: n° de automóveis; n° de ônibus; n° de micro-ônibus; população; e taxa de urbanização. O componente 2 é composto por: população com esgotamento sanitário; e existência de Conselho Municipal de Segurança Pública.

Já no que tange ao eixo socioeconômico, a solução de três fatores resultou em 63,8% da variância explicada, conforme dados da tabela 6. No fator 1, tem-se as variáveis: renda per capita; grau de formalização do trabalho; e população inscrita no Cadastro Único. O fator 2 é formado pelas variáveis: taxa de desocupação; taxa de atividade; transferências totais per capita. No fator 3, tem-se: população economicamente ativa de 10 anos ou mais; e crianças extremamente pobres.

No eixo ecológico, a solução de três fatores apresentou 54,9% da variância total explicada. No fator 1, incluem-se as variáveis: cobertura vegetal por flora nativa; participação nos focos de calor do estado; e cobertura agropecuária. Já no fator 2, tem-se: participação nos focos de calor do estado; cobertura vegetal por Mata Atlântica; e áreas de uso sustentável. No

fator 3: consumo médio de água per capita; cobertura vegetal por floresta plantada; e áreas de proteção integral.

Em relação à dimensão política, foram utilizados dados do Índice CFA de Governança Municipal¹, do ano de 2023, considerando que este é um indicador de governança pública, organizado em três dimensões: Finanças, Gestão e Desempenho. O indicador foi elaborado a partir de dados secundários e considera áreas como saúde, educação, saneamento e meio ambiente, segurança pública, gestão fiscal, transparência, recursos humanos, planejamento e outras. Haja vista que este indicador já engloba um conjunto amplo de variáveis relacionadas à dimensão política, não foi necessário realizar análise fatorial para este eixo.

4.2 Propensity score matching (PSM)

4.2.1 Determinantes da presença das MHI's: *Probit*

A tabela 7 apresenta as estimativas do modelo *probit*, bem como os efeitos marginais das variáveis. Ressalta-se que os coeficientes estimados pelo modelo *probit*, apresentados na tabela 7, não devem ser interpretados, assim como mostrado em Wooldridge (2006). Interessa-se pela interpretação do sinal do coeficiente.

Tabela 7 - *Probit*: modelo geral

Variáveis (y= barragens ou não)	Coefficientes	Erro-padrão	Estatística Z	P> z
Fator Político	-0,2478096	0,1189659	-2,08	0,037**
Fator Territorial 1	0,3121161	0,2657754	1,17	0,240
Fator Territorial 2	0,0074829	0,1037592	0,07	0,943
Fator Socioeconômico 1	0,2989956	0,1060612	2,82	0,005*
Fator Socioeconômico 2	0,0707059	0,076378	0,93	0,355
Fator Socioeconômico 3	-0,0693929	0,0628066	-1,10	0,269
Fator Ecológico 1	0,3228065	0,0748648	4,31	0,000*
Fator Ecológico 2	0,1632583	0,0601065	2,72	0,007*
Fator Ecológico 3	-0,0429553	0,0654217	-0,66	0,511
Fator Cultural 1	-0,0769879	0,0986585	-0,78	0,435
Fator Cultural 2	-0,0159032	0,0777419	-0,20	0,838
Fator Ambiental 1	-0,0614465	0,25403	-0,24	0,809
Fator Ambiental 2	-0,317092	0,118271	-2,68	0,007*

Número de observações = 853

LR Chi-quadrado (13) = 74,39

Pseudo R2 = 0,1713

* Rejeição da hipótese nula a 1%; ** Rejeição da hipótese nula a 5%; *** Rejeição da hipótese nula a 10%.

Fonte: Da autora (2024).

¹ A metodologia de cálculo do IGM/CFA pode ser consultada em <https://igm.cfa.org.br/metodologia/>

Neste primeiro teste (modelo geral), os fatores significantes foram fator político; fator socioeconômico 1; fator ecológico 1 e 2; e fator ambiental 2. Ou seja, estas variáveis relacionam-se à presença de uma MHI de mineração no território.

Identificou-se que os fatores territoriais estavam em multicolinearidade com os fatores ambientais. Infere-se, portanto, que os fatores ambientais já explicam os fatores territoriais, dadas as semelhanças entre as variáveis que compõem esses fatores. Os fatores culturais não apresentaram nenhuma relação com a presença das mineradoras. Além disso, sua retirada no modelo não alterou a significância de nenhum outro fator, conforme tabela 8.

Dessa forma, o modelo específico, com a seleção das variáveis, consta na tabela 8.

Tabela 8 - *Probit*: modelo específico

Variáveis (y= barragens ou não)	Coefficientes	Erro-padrão	Estatística Z	P> z
Fator Político	-0,2374141	0,1173446	-2,02	0,043**
Fator Socioeconômico 1	0,3314514	0,093434	3,55	0,000*
Fator Ecológico 1	0,3312781	0,0725186	4,57	0,000*
Fator Ecológico 2	0,1625612	0,0595118	2,73	0,006*
Fator Ambiental 1	-0,3007526	0,0925787	1,34	0,182
Fator Ambiental 2	-0,317092	0,0924026	-3,25	0,001*

Número de observações = 853
 LR Chi-quadrado (6) = 69,91
 Pseudo R2 = 0,1610

* Rejeição da hipótese nula a 1%; ** Rejeição da hipótese nula a 5%; *** Rejeição da hipótese nula a 10%.

Fonte: Da autora (2024).

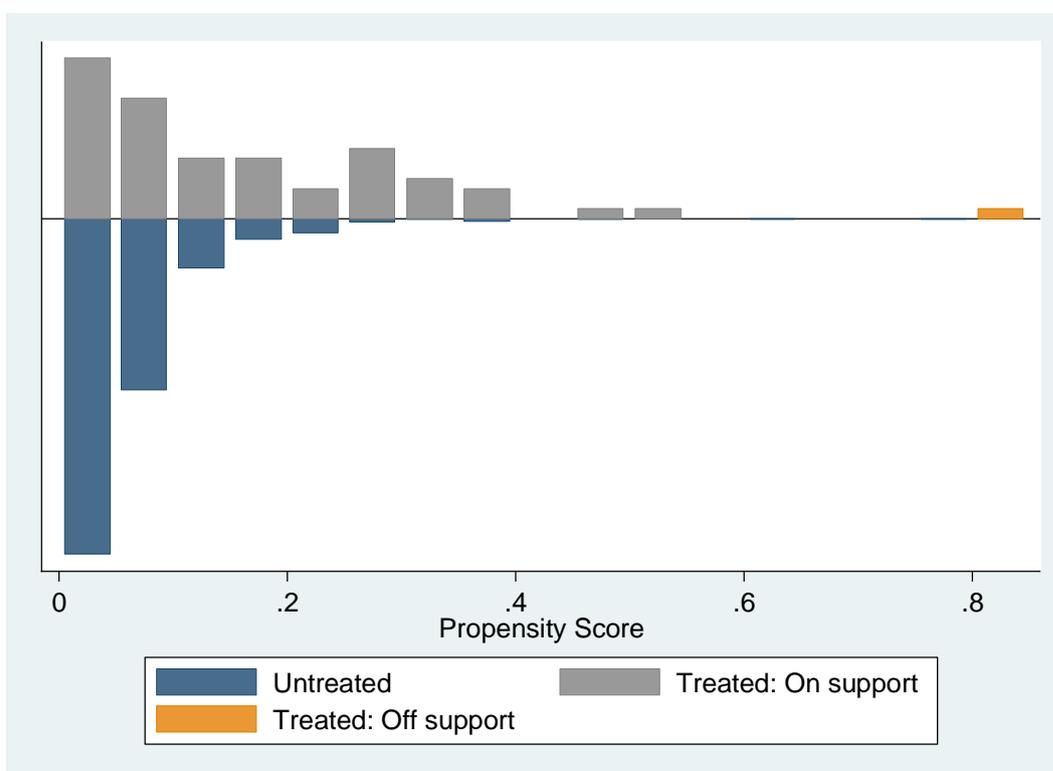
Com a exclusão das variáveis mencionadas, os resultados obtidos são apresentados na tabela 8. O Fator Ambiental 1 foi mantido pois sua ausência alterava a estrutura do modelo e retirava significância de outras variáveis. É, portanto, uma variável que ajuda a identificar o modelo como um todo.

Neste modelo, os fatores significantes, considerando um nível de significância entre 1% e 5%, foram os mesmos apresentados na tabela 8: fator político; fator socioeconômico 1; fator ecológico 1 e 2; e fator ambiental 2.

A figura 6 mostra o resultado do pareamento para os grupos de controle e tratamento, ou seja, municípios que possuem MHIs de mineração e aqueles comparáveis que não as possuem. A parte superior do gráfico mostra a distribuição de probabilidades estimadas para o grupo de tratados (municípios com MHIs de mineração) e a parte inferior a distribuição de

probabilidades do grupo de controle. O pareamento obtido foi razoável, havendo pequena divergência ao final do gráfico.

Figura 6 - Pareamento do grupo de controle e tratamento



Fonte: Da autora (2024).

Tabela 9 - Pareamento

	Com suporte	Sem suporte	Total
Não tratados	793	0	793
Tratados	59	1	60
Total	852	1	853

Fonte: Da autora (2024).

Conforme tabela 9, foi encontrado suporte para todos os 793 municípios não tratados e 59 para municípios tratados. Apenas para um município do grupo de tratamento não foi encontrado suporte no grupo de controle.

4.2.2 Efeito da presença das MHIs: *Matching*

Assim como mostrado em Caliendo e Kopeinig (2005), todos os estimadores de *matching* geram um contraste do resultado do indivíduo tratado com o indivíduo do grupo de controle.

A seguir são apresentados os resultados do PSM, sendo o algoritmo escolhido para este trabalho o *matching* por Kernel. O *Kernel Matching* (KM) é um estimador de correspondência

não paramétrica que usa médias ponderadas de todos os indivíduos do grupo de controle para construir o resultado contrafactual. Pode ser visto como uma regressão ponderada do resultado contrafactual em uma interceptação com pesos dados pelos pesos do kernel. Esses pesos dependem da distância entre cada indivíduo do grupo de controle e a estimativa do contrafactual (CALIENDO; KOPEINIG, 2008). Na utilização do KM, é necessário escolher a função de Kernel e a *bandwidth*, ou seja, o intervalo em que se utilizarão observações para comparação. Neste trabalho, utilizou-se um intervalo de 0,1.

A partir do *Probit* apresentado na tabela 8, foram feitos testes de diferenças com todos os fatores de caracterização e com a variável renda (PIB) *per capita*, conforme exposto na tabela 10, que apresenta os resultados do *matching* por Kernel, e na tabela 11, que traz os resultados do *bootstrap*.

Tabela 10 - *Matching* por Kernel

Não tratados 793 Tratados 60 Total 853					
Variável	Amostra	Tratamento	Controle	Diferença	Estatística t
Fator Cultural 1	Sem o <i>match</i>	0,45439766	-0,034381203	0,488778863	3,69
	ATT	0,413436944	0,429784975	-0,016348031	-0,09
Fator Cultural 2	Sem o <i>match</i>	0,03587017	-0,00271348	0,03858365	0,29
	ATT	0,035322546	0,040854319	-0,005531773	-0,04
Pluralidade de equipamentos culturais	Sem o <i>match</i>	0,396551724	0,252240717	0,144311007	2,42
	ATT	0,385964912	0,372740399	0,013224514	0,17
Fator Ambiental 1	Sem o <i>match</i>	0,607804999	-0,045986632	0,65379163	4,95
	ATT	0,586559321	0,56305141	0,023507911	0,12
Fator Ambiental 2	Sem o <i>match</i>	-0,268453333	0,02031261	-0,288765943	-2,16
	ATT	-0,288781355	-0,207007756	-0,081773599	-0,61
Domicílios com energia elétrica	Sem o <i>match</i>	8,58153397	7,93836502	0,64316895	4,70
	ATT	8,55592165	8,57550159	-0,019579935	-0,10
Fator Territorial 1	Sem o <i>match</i>	0,667420007	-0,050498372	0,717918379	5,45
	ATT	0,63811255	0,572099968	0,066012582	0,35
Fator Territorial 2	Sem o <i>match</i>	0,179544333	-0,013584868	0,193129201	1,44
	ATT	0,193760509	0,191410106	0,002350402	0,02
Nº de automóveis	Sem o <i>match</i>	8,47087552	7,59108076	0,879794761	5,15
	ATT	8,44043006	8,41183879	0,028591272	0,12
Fator Socioeconômico 1	Sem o <i>match</i>	0,692586849	-0,052402547	0,744989395	5,66
	ATT	0,64362927	0,593406817	0,050222452	0,31
Fator Socioeconômico 2	Sem o <i>match</i>	0,161198235	-0,012196584	0,17339482	1,30
	ATT	0,182277391	0,093207633	0,089069758	0,56
Fator Socioeconômico 3	Sem o <i>match</i>	0,084962969	-0,006428466	0,091391435	0,68
	ATT	0,055737935	0,091754069	-0,036016134	-0,23
PIB Per Capita	Sem o <i>match</i>	52268,6462	21547,5681	30721,0781	9,82

	ATT	51002,1291	28372,6215	22629,5075	2,98
Fator Ecológico 1	Sem o <i>match</i>	0,485018668	-0,036697441	0,521716109	3,93
	ATT	0,466459324	0,457841038	0,008618286	0,05
Fator Ecológico 2	Sem o <i>match</i>	0,368883331	-0,027910353	0,396793684	2,98
	ATT	0,304942543	0,412731255	-0,107788713	-0,50
Fator Ecológico 3	Sem o <i>match</i>	-0,015571996	0,001178221	-0,016750217	-0,13
	ATT	-0,02200525	0,27408209	-0,29608734	-1,65
Cobertura vegetal por flora nativa	Sem o <i>match</i>	0,398396665	0,312937453	0,085459212	3,42
	ATT	0,393098303	0,367533637	0,025564665	0,77
Fator Político	Sem o <i>match</i>	5,80379999	5,76246407	0,041335927	0,42
	ATT	5,81388135	5,75624029	0,057641058	0,51

Fonte: Da autora (2024).

Os resultados sugerem que, para as variáveis fator cultural 1; pluralidade de equipamentos culturais; fator ambiental 1; fator ambiental 2; domicílios com energia elétrica; fator territorial 1; nº de automóveis; fator socioeconômico 1; PIB per capita; fator ecológico 1; fator ecológico 2; e cobertura vegetal por flora nativa, existe uma diferença significativa entre os grupos de controle e tratamento, considerando uma distribuição aleatória (sem o *match*). Após o *match*, a diferença foi significativa entre os grupos de controle e tratamento apenas para a variável PIB *per capita*.

A tabela 11 apresenta os resultados do *bootstrap*. O efeito tratamento com o *bootstrap* é mais robusto, tendo em vista que o procedimento faz uma média de 50 replicações para o conjunto de dados.

Tabela 11 - Resultados do *Bootstrap*

Número de observações = 853				
Replicações = 50				
r(ATT)				
Variáveis/Fatores de <i>outcome</i>	Coefficiente	Erro-padrão Bootstrap	Estatística de Z	P> z
Fator Cultural 1	-0,016348	0,1670959	-0,10	0,922
Fator Cultural 2	-0,0055318	0,1417483	-0,04	0,969
Pluralidade de equipamentos culturais	0,0132245	0,0665146	0,20	0,842
Fator Ambiental 1	0,0235079	0,2053451	0,11	0,909
Fator Ambiental 2	-0,0817736	0,069582	-1,18	0,240
Domicílios com energia elétrica	-0,0195799	0,2089493	-0,09	0,925
Fator Territorial 1	0,0660126	0,1601192	0,41	0,680
Fator Territorial 2	0,0023504	0,1029504	0,02	0,982
Fator Socioeconômico 1	0,0502225	0,1395296	0,36	0,719

Fator Socioeconômico 2	0,0890698	0,1382399	0,64	0,519
Fator Socioeconômico 3	-0,0360161	0,5827861	-0,06	0,951
PIB <i>Per Capita</i>	22629,51	7569,813	2,99	0,003
Fator Ecológico 1	0,0086183	0,128053	0,07	0,946
Fator Ecológico 2	-0,1077887	0,2497413	-0,43	0,666
Fator Ecológico 3	-0,2960873	0,2762271	-1,07	0,284
Cobertura vegetal por flora nativa	0,0255647	0,0291712	0,88	0,381
Fator Político	0,0576411	0,0889144	0,65	0,517

Fonte: Da autora (2024).

Os dados acima sugerem que a diferença existente entre os dois grupos não é significativa para os fatores: cultural 1 e 2; ambiental 1 e 2; territorial 1 e 2; socioeconômico 1, 2 e 3; ecológico 1, 2 e 3; e político, bem como para as variáveis mais representativas de cada fator: pluralidade de equipamentos culturais; domicílios com energia elétrica; e cobertura vegetal por flora nativa. Para essas variáveis, encontrou-se uma diferença não significativa entre tratados e não tratados, tanto por simulação (*bootstrap*) quanto pelo KM. Em outras palavras, de acordo com as variáveis citadas não se pode concluir que a presença da mineradora no território é capaz de gerar externalidades positivas ou negativas considerando estes fatores.

Em relação à variável PIB *per capita*, os resultados sugerem que os municípios que têm empresas mineradoras em seu território possuem o PIB *per capita* mais elevado do que aqueles que não as possuem. A diferença entre o PIB *per capita* em municípios com MHIs de mineração foi significativa e positiva, em R\$22.629,51 a mais. Essa diferença é significativa a 1%.

Os resultados confirmam as estimativas feitas por Santos (2021), de que renda possui relação positiva com a presença de empresas mineradoras e que o estabelecimento dessas organizações se relaciona a um aumento do PIB. Lima e Teixeira (2006) verificam que a mineração é um componente importante da economia nos municípios selecionados, ocupando grande parcela do PIB do território (LIMA; TEIXEIRA, 2006).

Segundo Cunha *et al.* (2019), os resultados positivos no campo econômico são dimensionados pela produção e comercialização dos bens minerais, oferta de empregos e geração de receitas para os cofres públicos por meio de impostos e royalties. Além disso, a extração e o beneficiamento do minério influenciam positivamente o desenvolvimento social (CUNHA *et al.*, 2019).

5 DISCUSSÕES

5.1 Identificação e Caracterização dos territórios

Foi construído um modelo de identificação e caracterização de territórios por meio da utilização dos eixos de sustentabilidade (SACHS, 2002). Os eixos, bem como as variáveis selecionadas, permitiram levantar o conjunto das principais características do território, haja vista que, em razão da complexidade socioambiental que define os territórios, sua caracterização exige a aplicação de metodologias interdisciplinares e a compreensão sistêmica da sustentabilidade, indo além de fatores econômicos. A seleção dos eixos e variáveis engloba aspectos relacionado à natureza, à apropriação, às mudanças, à mobilidade, à identidade e ao patrimônio cultural (SAQUET, 2007).

As variáveis selecionadas para este estudo foram subdivididas de acordo com cada eixo de caracterização, definidos conforme os eixos de sustentabilidade: socioeconômico, cultural, ecológico, ambiental, territorial e político (ROCHA, 2021, SACHS, 2002). Nesse sentido, foi realizada uma análise fatorial para cada um dos eixos, a fim de agrupar as variáveis em fatores.

No que tange ao eixo socioeconômico, foram identificados três fatores. No fator 1, tem-se as variáveis: renda *per capita*; grau de formalização do trabalho; e população inscrita no Cadastro Único. O fator 2 é formado pelas variáveis: taxa de desocupação; taxa de atividade; e transferências totais per capita. No fator 3, tem-se: população economicamente ativa de 10 anos ou mais; e crianças extremamente pobres. Ou seja, as variáveis componentes de cada fator atendem aos pressupostos para ser categorizada no eixo social pois, conforme Rocha (2021) e Sachs (2002), este eixo contempla distribuição de renda, emprego, qualidade de vida e acesso aos recursos e serviços sociais.

O eixo cultural apresentou dois fatores. No componente 1, foram incluídas as variáveis: pluralidade de equipamentos culturais; existência de teatro municipal; existência de museu; existência de cinema; número de meios de comunicação; e existência de centro cultural. No componente 2 foi incluída a variável número de bibliotecas. Segundo a definição de Rocha (2021) e Sachs (2002), o eixo cultural compreende o equilíbrio entre tradição e inovação, a autonomia para projeto nacional integrado e endógeno e abertura para o mundo. Em se tratando de uma análise municipal, foi necessário adaptar o conjunto de variáveis, conforme levantado por Siqueira *et al.* (2019), e as variáveis que compõem os fatores culturais vão ao encontro da definição da maioria dos estudos, uma vez que dizem respeito a áreas e espaços recreacionais, número de espaços culturais e atividades culturais (SIQUEIRA *et al.*, 2019).

No eixo ambiental, encontrou-se 2 fatores. No fator 1, foram incluídas as variáveis: número total de domicílios; número de domicílios com energia elétrica; número de domicílios com esgotamento sanitário; e existência de coleta seletiva do lixo. No fator 2, incluem-se as variáveis áreas de proteção integral; população sem coleta de lixo; e população com esgotamento sanitário. Nesse sentido, vê-se que as variáveis encontradas como representativas do eixo enfatizam elementos como esgotamento sanitário, coleta seletiva do lixo, uso de energia elétrica e áreas de preservação, em conformidade com os achados de Vasconcelos, Cândido e Freire (2019).

Em relação ao eixo territorial, foram encontrados 2 fatores principais. O componente 1 é o conjunto das variáveis: número de automóveis; número de ônibus; número de micro-ônibus; população; e taxa de urbanização. O componente 2 é composto por: população com esgotamento sanitário; e existência de Conselho Municipal de Segurança Pública. As variáveis componentes dos fatores encontrados vão de encontro à definição de Rocha (2021) e Sachs (2002), uma vez que dizem respeito à urbanização e à infraestrutura e segurança pública urbana (VASCONCELOS, CÂNDIDO, FREIRE, 2019).

No eixo ecológico, foram encontrados três fatores principais. No fator 1, incluem-se as variáveis: cobertura vegetal por flora nativa; participação nos focos de calor do estado; e cobertura agropecuária. Já no fator 2, tem-se: participação nos focos de calor do estado; cobertura vegetal por Mata Atlântica; e áreas de uso sustentável. No fator 3: consumo médio de água per capita; cobertura vegetal por floresta plantada; e áreas de proteção integral. O eixo ecológico trata-se, de um modo geral, de recursos naturais e da utilização ou manutenção de ecossistemas (BRAGA, OLIVEIRA, GIVISIEZ, 2016).

Para composição do fator político, foram utilizados dados do Índice CFA de Governança Municipal, um indicador de governança pública que contempla um conjunto amplo de variáveis relacionadas à dimensão política.

5.2 Presença da MHI do tipo mineração: Determinantes

As variáveis que apresentaram relação com o estabelecimento da MHI de mineração foram fator político; fator socioeconômico 1; fator ecológico 1 e 2; e fator ambiental 2.

A relação entre o estabelecimento da MHI de mineração no território e o fator político, representado pelo IGM, pode ser justificada considerando que, sob uma perspectiva organizacional, governança trata das condições para que o governo municipal possa cumprir adequadamente seus objetivos, gerenciando riscos e entregando valor de forma condizente com o interesse público (BUTA; TEIXEIRA, 2020).

Nesse sentido, destaca-se que o setor mineral gera externalidades positivas e negativas. A presença da empresa mineradora no território, associada aos riscos da atividade, provoca alterações nas dinâmicas sociais, nas atividades organizacionais e nos processos psicossociais individuais e coletivos (RITCHIE; LITTLE; CAMPBELL, 2018). Ademais, o território que abriga essas MHIs comumente se vê à mercê dos interesses empresariais que, muitas vezes mediadas pelo Estado, impõem um uso do território que exclui a sociedade civil como um todo (TOLEDO; CASTILLO, 2008). A constituição de regiões funcionais para atender aos reclames do mercado tende a tornar o território brasileiro cada vez mais vulnerável e frágil.

Além disso, as MHIs de mineração, como potenciais causadoras de desastres tecnológicos, caso este evento venha a ocorrer, como em alguns municípios brasileiros, terão como reflexo de suas atividades altos níveis de impactos ambientais, associados à diminuição da disponibilidade e do acesso aos recursos naturais e à problemas de saúde (RITCHIE; LITTLE; CAMPBELL, 2018).

Portanto, os custos socioambientais da atividade evidenciam a necessidade de aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão pública (CUNHA *et al.*, 2019). Quanto mais forte a governança municipal (mensurada pelo IGM), maior poderá ser sua aversão aos riscos que permeiam a atividade mineradora. Essa discussão corrobora os resultados encontrados, que evidenciam que MHIs de mineração tendem a se estabelecer em locais com menor fator político (índice de governança municipal).

Ademais, o fator socioeconômico 1 é composto pelas variáveis renda *per capita*; grau de formalização do trabalho; e percentual da população inscrita no Cadastro Único. Ou seja, MHIs de mineração tendem a se estabelecer em locais com renda *per capita* mais elevada, maior grau de formalização do trabalho e com maior percentual da população inscrita no Cadastro Único.

Os resultados confirmam as estimativas feitas por Santos (2021), de que o PIB possui relação positiva com a presença de empresas mineradoras, ou seja, a existência dessas empresas está associada a um local com PIB mais elevado e, segundo o autor, o estabelecimento dessas organizações relaciona-se a um aumento do PIB. Em contraponto, as MHIs de mineração tendem a se estabelecer em locais com maior percentual da população inscrita no Cadastro Único (CadÚnico), variável que representa a população de baixa renda do Brasil. Famílias que possuem renda mensal de até meio salário-mínimo devem ser registradas no Cadastro Único. Famílias com renda acima desse valor podem ser cadastradas para participar de programas ou serviços específicos (BRASIL, 2023). Ou seja, estes locais, embora possuam renda *per capita* mais elevada, ainda têm um alto índice de populações de baixa renda e que necessitam de acesso

aos programas e serviços do governo. Da mesma forma, presume-se que, nestes locais, há alta concentração de renda, o que pode mascarar o PIB *per capita* (RODRIGUES, 2018).

Além disso, em relação à variável grau de formalização do trabalho, como grandes empresas, estas necessitam de mão-de-obra formal. O mercado de trabalho formal brasileiro, dados os baixos salários, é um dos mais “flexíveis” em termos de possibilidades de demissão e contratação (FELIX, 2016).

O fator ecológico 1 é composto pelas variáveis: cobertura vegetal por flora nativa; participação nos focos de calor do estado; e cobertura agropecuária. Por sua vez, o fator ecológico 2 compõe-se das variáveis: participação nos focos de calor do estado; cobertura vegetal por Mata Atlântica; e áreas de uso sustentável. Ambos os fatores ecológicos (1 e 2) apresentaram relação positiva com a presença das MHI de mineração.

De um modo geral, a mineração é responsável por ocupar grandes áreas para a realização da extração mineral e, essas extensas superfícies, anteriormente caracterizadas por ampla cobertura vegetal e agropecuária, sofrem diversas intervenções para o estabelecimento da empresa, resultando em abrangentes impactos ambientais, como, por exemplo, o rompimento do equilíbrio de biomas e ecossistemas (VIEIRA, 2011).

A poluição atmosférica está presente em todas as fases da atividade de mineração (FREIRE; PRESCHOLDT, 2015). Por essa razão, locais com maior índice de participação nos focos de calor tendem a ter maior abertura para receber este tipo de empreendimento, o que pode explicar a relação positiva entre os fatores ecológicos e o estabelecimento da MHI de mineração. Essa informação vai ao encontro da relação negativa entre o Índice de Governança Municipal e a presença da MHI, uma vez que se pode inferir que quanto melhor a governança do município, melhor tende a ser a gestão e preservação dos recursos naturais.

O fator ambiental 2 possui relação negativa com a presença da MHI de mineração e é composto pelas variáveis: áreas de proteção integral; percentual da população sem coleta de lixo; e percentual da população com esgotamento sanitário. Do mesmo modo citado acima, como essas empresas necessitam de grandes áreas para se estabelecer (VIEIRA, 2011), há uma relação inversa entre áreas de proteção integral e a presença de mineradoras. No ano de 2000, foi criada no Brasil a Lei Federal nº 9.985 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), responsável pela criação, implementação e gestão das Unidades de Conservação (UCs), dividindo-as em dois grupos: Proteção Integral, em que é permitido o uso indireto dos recursos naturais; e Uso Sustentável, que visa a compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais (SILVA; ANUNCIAÇÃO; ARAÚJO, 2020). Essa relação é explicada considerando, ainda, que municípios com maiores

áreas de proteção tendem a possuir uma gestão ambiental mais forte, o que pode inibir a presença da atividade no território.

Há uma relação negativa entre o percentual da população sem coleta de lixo e a presença da empresa, ou seja, essas MHIs tendem a se estabelecer em locais com maior índice de coleta de lixo. Em contraponto, as mineradoras tendem a se estabelecer em locais com menor percentual da população com acesso a esgotamento sanitário. Em se tratando de uma atividade que necessita de grandes áreas para construção (VIEIRA, 2011), seu estabelecimento é comumente feito em áreas mais afastadas do meio urbano que, por sua vez, possuem menor acesso ao sistema de esgotamento sanitário.

5.3 A presença das MHIs: Vulnerabilidade e Resiliência Econômica

A partir do conjunto de hipóteses teóricas apresentadas na tabela 2, verifica-se a confirmação das hipóteses 2 e 3.

O conceito de risco, de um modo geral, refere-se à possibilidade de concretização de um determinado evento perigoso e a proporção do dano consequente desse evento está relacionada à vulnerabilidade do território de sua ocorrência (ESTEVEZ, 2011). Nesse sentido, pode-se dizer que, dado o perigo tecnológico envolvido nas atividades das MHIs de mineração, além dos demais impactos socioambientais que aumentam o grau de exposição dos indivíduos em suas proximidades, a atividade é potencialmente causadora de risco.

Considerando risco como produto de perigo, vulnerabilidade e exposição (ALEXANDER, 1991), entende-se que a presença das MHIs de mineração já torna um território mais exposto, podendo seu grau de exposição variar, e que a vulnerabilidade é o componente que determinará a magnitude do impacto do risco. Compreendendo o risco socioeconômico como um conjunto de atributos que tornam um território mais suscetível, quando da ocorrência de eventos de perigo, é necessário discutir como a presença da MHI de mineração é capaz de influenciar a vulnerabilidade e a resiliência do local onde está estabelecida. Haja vista que a presença da empresa no território aumenta o grau de exposição dos indivíduos ao perigo tecnológico, é preciso que a população local se torne mais resiliente.

O PIB é um indicador utilizado para determinar o grau de resiliência e/ou vulnerabilidade do território (OPREA et al., 2020; PONTAROLLO; SERPIERI, 2020). Haja vista que em grande parte dos estudos o conceito de vulnerabilidade e resiliência associa-se à renda (ALWANG; SIEGEL; JORGENSEN, 2001; PRITCHETT; SURYAHADI; SUMARTO, 2000; WISNER, 2016), e considerando a hipótese teórica 2, estabelecida na tabela 2, aumentos

na renda (PIB *per capita*) gerarão redução nas vulnerabilidades e fortalecimento da resiliência econômica do local.

Embora as MHIs de mineração tendam a se estabelecer em locais com PIB *per capita* mais elevado, estes locais ainda têm um alto índice de população de baixa renda e que necessitam de acesso aos programas e serviços do governo (CadÚnico), podendo ser consideradas populações mais vulneráveis sob o aspecto socioeconômico. Isso pode ser explicado pela concentração de renda.

Apesar de tenderem a se estabelecer em locais mais vulneráveis, a presença da MHI de mineração no território tende a reduzir a vulnerabilidade local após o seu estabelecimento. Aumentos de renda (mensurado aqui pelo PIB *per capita*) geram redução nas vulnerabilidades. Portanto, partindo do pressuposto estabelecido na hipótese 3, por meio do aumento da resiliência, mensurada pelo PIB *per capita*, minimiza-se o risco socioeconômico do território onde as MHIs de mineração são estabelecidas.

Os resultados corroboram os achados de Cunha *et al.* (2019), que admite que a presença da MHI de mineração gera externalidades positivas no campo econômico, explicadas pela produção e comercialização dos bens minerais, oferta de empregos e geração de receitas para os cofres públicos por meio de impostos e *royalties*.

Entretanto, os autores afirmam que a atividade também gera externalidades negativas às regiões e em seu entorno, as quais absorvem os custos socioambientais da mineração. Os achados deste trabalho não confirmam a hipótese teórica 1, que assume que a presença de MHIs em um território aumenta o risco socioeconômico. Porém, há consenso na literatura de que, dados os riscos envolvidos na atividade, há necessidade de aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão pública e de segurança nas operações das empresas do setor (CUNHA et al. 2019).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou investigar os determinantes do risco socioeconômico em territórios com presença de MHIs de mineração. Foram identificadas as principais características dos territórios mineiros, por meio dos eixos da sustentabilidade; as variáveis que determinam o risco socioeconômico associado à presença de MHIs do tipo mineração; os determinantes para o estabelecimento de MHIs de mineração em territórios mineiros; bem como os determinantes da resiliência econômica e da vulnerabilidade nos territórios mineiros com a presença dessas organizações.

Os fatores político, socioeconômico 1; ecológico 1 e 2; e fator ambiental 2 apresentaram relação com a presença da MHI de mineração em um território. Os fatores político e ambiental

2 possuem relação negativa com a presença dessas empresas. Ou seja, MHIs de mineração tendem a se estabelecer em municípios com a governança mais fraca e com determinados atributos ambientais mais fragilizados.

Em contraponto, a presença das MHIs de mineração apresentou relação positiva com os fatores socioeconômico 1 e ecológico 1 e 2. Considerando as variáveis que compõem o fator socioeconômico 1, a presença dessas empresas associa-se a locais com maior renda e trabalho formal, porém com maior percentual da população dependente dos serviços do governo e/ou de baixa renda (mensurado pelo CadÚnico). Infere-se, portanto, que são locais fortes economicamente, mas com concentração de renda. A relação positiva com os fatores ecológicos pode ser explicada, de um modo geral, pelos atributos locais necessários ao estabelecimento da empresa, uma vez que a mineração é responsável por ocupar grandes áreas para a realização da extração mineral, superfícies anteriormente caracterizadas por ampla cobertura vegetal e agropecuária.

Os resultados demonstraram que os municípios que têm empresas mineradoras em seu território possuem o PIB *per capita* mais elevado do que aqueles que não as possuem. A diferença entre o PIB per capita em municípios com MHIs de mineração foi significativa e positiva, em R\$22.629,51 a mais. Desse modo, a presença dessas empresas tende a tornar o território mais resiliente e menos vulnerável sob o aspecto socioeconômico. De um modo geral, os resultados estão coerentes com a maioria dos estudos realizados (SANTOS, 2021; OPREA et al., 2020; PONTAROLLO; SERPIERI, 2020).

Entretanto, os achados deste trabalho não foram capazes de identificar que a presença de MHIs aumenta o risco socioeconômico de um território, o que vai de encontro à maioria dos achados da literatura (ALVES; FERREIRA; ARAÚJO, 2021). Isso pode ser explicado pela seleção das variáveis.

Apesar das contribuições, reconhece-se que este estudo apresenta algumas limitações. Embora tenha sido selecionado um amplo conjunto de variáveis para cada eixo de caracterização, foi necessário realizar a análise fatorial para cada eixo, visando à redução do banco de dados para operacionalização no *software*.

O PIB *per capita* é um indicador amplamente utilizado na literatura para avaliar o risco socioeconômico. Apesar disso, apresenta limitações, já que avalia exclusivamente o aspecto econômico e que pode ser mascarado pela concentração de renda (DAMÁSIO; MAH, 2011, RODRIGUES, 2018).

Para estudos futuros, sugere-se utilizar outro conjunto de variáveis para cada eixo, a fim de tentar validar a hipótese teórica 1, consolidada na literatura. Além disso, recomenda-se que seja testada outra variável representativa do risco socioeconômico, considerando as limitações do PIB *per capita*.

A partir do modelo de identificação e caracterização de territórios proposto por esse trabalho, é possível, em estudos futuros, desenvolver um modelo de governança local sustentável, com base nos princípios da *Environmental, Social and Governance* (ESG), que permitirá às organizações, com destaque às MHIs, aperfeiçoarem suas práticas de gestão, atenuando os efeitos das externalidades negativas e amplificando a magnitude das externalidades positivas geradas pela atividade dessas empresas.

REFERÊNCIAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR: Gestão de riscos – Diretrizes**. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=OTBKcXcraE5FaVJKekVjYVJsbC9NSzRuMXE4MG5ObjVyWk1TeFpHQWNI dz0=>. Acesso em 01 fev.2022.

ALDRICH, Daniel P.; MEYER, Michelle A.; PAGE-TAN, Courtney M. **Social capital and natural hazards governance**. In: Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science. 2018. Disponível em: https://www.unisdr.org/preventionweb/files/62509_socialcapitalandnaturalhazardsgover.pdf > Acesso em 01 de mar. de 2022.

ALEXANDER, David. Models of social vulnerability to disasters. RCCS Annual Review. A selection from the Portuguese journal - **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 4, 2012.

ALEXANDER, David. Natural disasters: a framework for research and teaching. **Disasters**, v. 15, n. 3, p. 209-226, 1991.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia. **Mercator**, v. 10, n. 23, p. 99-83, 2011.

ALVES, Wellington; FERREIRA, Paula; ARAÚJO, Madalena. Challenges and pathways for Brazilian mining sustainability. **Resources Policy**, v. 74, p. 101648, 2021.

ALWANG, Jeffrey; SIEGEL, Paul B.; JØRGENSEN Steen L. Vulnerability: a view from different disciplines. **Social protection discussion paper series**, 2001.

ANDRADE, Felipe S. Análise de Riscos e a Atividade de Inteligência. **Revista Brasileira de Ciências Policiais**, v. 8, n. 2, p. 90-116, 2018.

ANDRADE, Marcelo Silva Borges de et al. Impactos socioeconômicos da grande mineração nos municípios de Minas Gerais. In: **Anais do XIV Seminário sobre a Economia Mineira. Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais**. 2010.

ANM (Agência Nacional de Mineração). **Informe Mineral, terceiro trimestre de 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe03tri2021_publicacao.pdf> Acesso em: 30 de mar. de 2022.

AQUINO, Afonso R.; PALETTA; Francisco C.; ALMEIDA, Josimar R. Vulnerabilidade ambiental. **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP**, p. 15-28, 2017.

ARAUJO, Eliane Rocha; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. **Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais**. In: Conflitos ambientais na indústria mineira e metalúrgica. Rio de Janeiro: CETEM/CICP, p.65-88, 2016.

BARRETO, Maria Laura et al. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, p. 92-132, 2001.

BARRO, Robert J. Rare disasters, asset prices, and welfare costs. **American Economic Review**, v. 99, n. 1, p. 243-64, 2009.

BERNILE, Gennaro; BHAGWAT, Vineet; RAU, P. Raghavendra. What doesn't kill you will only make you more risk-loving: Early-life disasters and CEO behavior. **The Journal of Finance**, v. 72, n. 1, p. 167-206, 2017.

BERNSTEIN, Asaf; GUSTAFSON, Matthew T.; LEWIS, Ryan. Disaster on the horizon: The price effect of sea level rise. **Journal of financial economics**, v. 134, n. 2, p. 253-272, 2019.

BERTONE, Pedro; MARINHO, Clarice. Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: A visão do planejamento. **VI Congresso CONSAD da Gestão Pública**. Brasília/DF: 2013.

BIRKMANN, Jörn; WISNER, Ben. Measuring the unmeasurable: the challenge of vulnerability. **UNU-EHS**, 2006.

BOUDREAUX, Donald J.; MEINERS, Roger. Externality: Origins and classifications. **Resources Journal**, Nova York, v. 59, n.1, 2019.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Referencial básico de governança organizacional para organizações públicas e outros entes jurisdicionados ao TCU. **Brasília: TCU**, v. 3, 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Cadastro Único**. Brasília: MDS, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mds/pt-br/acoes-e-programas/cadastro-unico>> Acesso em 03 de agosto de 2023.

BRIGUGLIO, L. et al. Chapter Title: Conceptualising and measuring economic resilience Title: Pacific Islands Regional Integration and Governance. **Pacific Islands Reg. Integr. Gov. Satish Cha ed.**, p. 25–49, 2009.

BUTA, Bernardo Oliveira; TEIXEIRA, Marco Antonio Carvalho. Governança pública em três dimensões: conceitual, mensural e democrática. **Organizações & Sociedade**, v. 27, p. 370-395, 2020.

CALIENDO, Marco; KOPEINIG, Sabine. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. **Journal of economic surveys**, v. 22, n. 1, p. 31-72, 2008.

CALZADA OLVERA, Beatriz. Innovation in mining: what are the challenges and opportunities along the value chain for Latin American suppliers? **Mineral Economics**, v. 35, n. 1, p. 35-51, 2022.

CANNON, Terry. Vulnerability analysis and the explanation of 'natural' disasters. **Disasters, development and environment**, v. 1, p. 13-30, 1994.

CANNON, Terry; MÜLLER-MAHN, Detlef. Vulnerability, resilience and development discourses in context of climate change. **Natural hazards**, v. 55, n. 3, p. 621-635, 2010.

CARSON, R. **Silent spring**. New York, 1962.

CARVALHO, Fernando P. Mining industry and sustainable development: time for change. **Food and Energy Security**, v. 6, n. 2, p. 61-77, 2017.

CASTRO, C. M. DE; PEIXOTO, M. N. DE O.; RIO, G. A. P. DO. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005.

CFA. IGM-CFA. Disponível em: <<http://igm.cfa.org.br/>>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

CHAVES, Euler Paixão et al. Desmatamento induzido pela mineração: análise espacial no município de Oriximiná (PA). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v. 2, n. 1, 2021.
CHEW, Elaine Yin Teng; JAHARI, SitiAqilah. Destination image as a mediator between perceived risks and revisit intention: A case of post-disaster Japan. **Tourism management**, v. 40, p. 382-393, 2014.

CHOONG, C. K.; HAMID, M. S. R. B. A.; CHEW, B. C. Technological Disaster Prevention: Technological Risks Assessment Process on High Technological risk supply chain activities. **Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 53, n. 9, p. 285-299, 2016.

COUDOUEL, Aline et al. Poverty measurement and analysis. **A Sourcebook for poverty reduction strategies**, v. 1, p. 27-74, 2002.

CUNHA, AMBM et al. Produção mineral brasileira: resultados econômicos, desenvolvimento social e externalidades negativas da exploração do minério de ferro em Minas Gerais. **XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. Belo Horizonte**, 2019.

CUTTER, Susan L. et al. Global risks: Pool knowledge to stem losses from disasters. **Nature News**, v. 522, n. 7556, p. 277, 2015.

CUTTER, Susan L. The landscape of disaster resilience indicators in the USA. **Natural Hazards**, v. 80, n. 2, p. 741-758, 2016.

CUTTER, Susan L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in human geography**, v. 20, n. 4, p. 529-539, 1996.

DAMÁSIO, Bruno; MAH, Luís. Das limitações do PIB enquanto indicador às necessidades de medição dos níveis de Desenvolvimento. **Coleção Documentos de Trabalho do Centre of African and Development Studies Faculty of Economics and Management**. n. 89. 2011.

DEMSETZ, Harold. Toward a theory of property rights. In: **Classic papers in natural resource economics**. Palgrave Macmillan, London, p. 163-177, 1974.

DENES, Guilherme. **Análise do Impacto da Mineração no Desenvolvimento dos Municípios Mineiros e Paraenses entre 2000 e 2010** (Dissertação de Mestrado). Programa de Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2018.

DNPM (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL). **Anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos**. Brasília: ANM, 2020a. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes-1/anuario-estatistico-do-setor-metalurgico-e-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos/anuario-estatistico-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos-2020-ano-base-2019.doc/view>> Acesso em 31 de mar. de 2022.

DNPM (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL). **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília: ANM, 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2020_ano_base_2019_revisada2_28_09.pdf> Acesso em: 29 de mar. de 2022.

DOVERS, Stephen R.; HANDMER, John W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, v. 2, n. 4, p. 262-276, 1992.

DUBIŃSKI, Józef. Sustainable development of mining mineral resources. **Journal of Sustainable Mining**, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2013.

DUFFUS, J.H. Risk assessment terminology. **Research Triangle Park: Chemistry International**, v. 23, n. 2, p. 34-39, 2001.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century**. UK: Capstone Publishing. 1999.

ESTEVES, C. J. DE O. Risco e Vulnerabilidade Socioambiental: Aspectos Conceituais. **Cad. IPARDES**, v. 1, n. 2, p. 62–79, 2011.

FELIX, Gil Almeida. Trabalho e mobilidade. Atração de trabalhadores numa área de expansão da mineração industrial no Brasil. **III International Conference Strikes and Social Conflicts: combined historical approaches to conflict. Proceedings**. CEFID-UAB, 2016. p. 726-736.

FREIRE, Lúcia Maria de Barros; PRESCHOLDT, Soraya Gama de Ataíde. Desenvolvimento às avessas e depredação socioambiental por uma mineradora. **Serviço Social & Sociedade**, p. 476-500, 2015.

FREITAS, Carlos M. de et al. Chemical safety and governance in Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 86, n. 1-3, p. 135-151, 2001.

FREITAS, George Alberto de et al. Governança corporativa e desempenho dos bancos listados na B3 em ambiente de crise econômica. **Contabilidade Gestão e Governança**, v. 21, n. 1, p. 100-119, 2018.

GAILLARD, Jean-Christophe. Vulnerability, capacity and resilience: Perspectives for climate and development policy. **Journal of International Development: The Journal of the Development Studies Association**, v. 22, n. 2, p. 218-232, 2010.

GASPAR, Ricardo Carlos. A trajetória da economia mundial: da recuperação do pós-guerra aos desafios contemporâneos. **Cadernos Metr pole**, v.17, n.33, São Paulo, 2015.

GEROTTO, Gisela et al. Impacto social da minera o: Uma compara o entre a percep o da empresa e a da comunidade. **Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 17, n. 3, p. 139-166, 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, Artur José Gonçalves. **Mitiga o de riscos e ordenamento do território** (Tese de Doutorado). Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 2013.

GUIVANT, J. A trajetória das análises de risco: da periferia ao centro da teoria social. **Revista Brasileira de Informa es Bibliográficas – ANPOCS**, n.46, p. 3-38, 1998.

HAIR, Joseph F. et al. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009.

HAMI, Norsiah; MUHAMAD, Razali Mohd; EBRAHIM, Zuhriah. The impact of sustainable manufacturing practices on sustainability performance. **J. Teknol. (Sciences Eng.)**, n.58, p. 85–88, 2012.

HAN, Ruru et al. Quantitative assessment of enterprise environmental risk mitigation in the context of Na-tech disasters. **Environmental monitoring and assessment**, v. 191, n. 4, p. 1-13, 2019.

HENDERSON, Vernon. Externalities and industrial development. **Journal of urban economics**, v. 42, n.3, p.449-470, 1997.

HITT, Michael A.; IRELAND, R. Duane; HOSKISSON, Robert E. **Strategic management: Concepts and cases: Competitiveness and globalization**. Cengage Learning, p. 294-328, 2014.

HOROWITZ, Leah. Section 2: mining and sustainable development. **Journal of cleaner production**, v. 3, n. 14, p. 307-308, 2006.

HORSLEY, Julia et al. Sustainable livelihoods and indicators for regional development in mining economies. **The Extractive Industries and Society**, v. 2, n. 2, p. 368-380, 2015.

HUANG, Yin; HONG, Tao; MA, Tao. Urban network externalities, agglomeration economies and urban economic growth. **Cities: Elsevier**, v. 107, p. 102882, 2020.

HUMPHREY, John; SCHMITZ, Hubert. **The triple C approach to local industrial policy**. World development, v. 24, n. 12, p. 1859-1877, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERA O - IBRAM. Economia Mineral Brasileira 2020. Disponível em: <<https://ibram.org.br/publicacoes/page/3/#publication>>. Acesso em 30 de jan. de 2022.

- IVANOV, Dmitry; DAS, Ajay. Coronavirus (COVID-19/SARS-CoV-2) and supply chain resilience: a research note. **International Journal of Integrated Supply Management**, v. 13, n. 1, p. 90–102, 2020.
- IWAMA, Allan Yu et al. Risco, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: uma abordagem interdisciplinar. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, p. 93-116, 2016.
- JANCZURA, Rosane. Risco ou vulnerabilidade social? **Textos & Contextos** (Porto Alegre), v. 11, n. 2, p. 301-308, 2012.
- JOHANSSON, Borje. **Parsing the Menagerie of Agglomeration and Network**. Industrial clusters and inter-firm networks, p. 107, 2005.
- KEPING, Yu. Governance and good governance: A new framework for political analysis. **Fudan Journal of the Humanities and Social Sciences**, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2018.
- KHUDBIDDIN, M. Q. et al. Prevention of Major Accident Hazards (MAHs) in major Hazard Installation (MHI) premises via land use planning (LUP): a review. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 334, n. 1, p. 012033, 6 mar. 2018.
- LAFFONT, J.-J. **Externalities**. Allocation, information and markets. Palgrave Macmillan, London, 1989. p. 112-116.
- LECHOWSKA, Ewa. What determines flood risk perception? A review of factors of flood risk perception and relations between its basic elements. **Natural Hazards**, v. 94, n. 3, p. 1341-1366, 2018.
- LEMOS, Mauro; SANTOS, Fabiana; CROCCO, Marco. Arranjos produtivos locais industriais sob ambientes periféricos: os condicionantes territoriais das externalidades restringidas e negativas. **ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia**.
- LIMA, Maria Helena Rocha; TEIXEIRA, Nilo da Silva. A contribuição da grande mineração às comunidades locais: uma perspectiva econômica social. **Comunicação Técnica elaborada para o III Fórum de Mineração–Bens Minerais e Desenvolvimento Sustentável**. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, v. 28, 2006.
- LINHARES, Larissa Ingrid Marques; MONTEIRO, Jander Barbosa; PACHECO-GRAMATA, Ana Paula Pinho. Geografia dos riscos e vulnerabilidades: uma breve discussão teórica e metodológica. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 23, p. 75-98, 2021.
- LOURENÇO, Luciano. Riscos naturais, antrópicos e mistos. **Territorium**, n. 14, p. 109-113, 2007.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MANCINI, Lucia; SALA, Serenella. Social impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks. **ResourcesPolicy**, v. 57, p. 98-111, 2018.
- MANELA, Asaf; MOREIRA, Alan. News implied volatility and disaster concerns. **Journal of Financial Economics**, v. 123, n. 1, p. 137-162, 2017.

MANUJ, Ila; MENTZER, John T. Global supply chain risk management strategies. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 2008.

MANYENA, Siambabala Bernard. The concept of resilience revisited. **Disasters**, v. 30, n. 4, p. 434-450, 2006.

MARSHALL, Alfred. Principles of economics 8th ed. London: **McMillan**, 1920.

MARTA, José Manuel C. **Externalidades: uma resenha**. Revista de Estudos Sociais, v. 1, n. 2, p. 17-26, 1999.

MARTIN, R.; SUNLEY, P. On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation. **Journal of Economic Geography**, v. 15, n. 1, p. 1-42, 2015.

MARTIN, Ron et al. How regions react to recessions: Resilience and the role of economic structure. **Regional Studies**, v. 50, n. 4, p. 561-585, 2016.

MATIAS-PEREIRA, J. **Curso de Administração Pública: foco nas instituições e ações governamentais**. 5. ed. São Paulo: GEN-Atlas, 2018.

MATIAS-PEREIRA, José. A governança corporativa aplicada no setor público brasileiro. **Administração Pública e Gestão Social**, v. 2, n. 1, p. 109-134, 2010.

MATYAS, David; PELLING, Mark. Positioning resilience for 2015: the role of resistance, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy. **Disasters**, v. 39, n. s1, p. s1-s18, 2015.

MELO, Edson Santos; TAVARES, Jean Max. Índices de concentração industrial em Minas Gerais: uma análise setorial (2005-2007). **Revista Reuna**, v. 14, n. 1, 2009.

MENDES, José Manuel. Risco, vulnerabilidade social e resiliência: conceitos e desafios. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, p. 463-492, 2018.

MENDES, José Manuel. Sociologia do risco: uma breve introdução e algumas lições. **Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press**, 2015.

MESQUITA, Pedro Paulo Dias; CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de; OGANDO, Laura Duarte. Desenvolvimento e inovação em mineração e metais. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.43, p. 325-361, 2016.

MILGROM, Paul; ROBERTS, Jhon. **Economics, organization and management**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, p. 621. 1992.

MILLER, Fiona et al. Resilience and vulnerability: complementary or conflicting concepts? **Ecology and Society**, v. 15, n. 3, 2010.

MOLINARI, Daniela et al. Validation of flood risk models: Current practice and possible improvements. **International journal of disaster risk reduction**, v. 33, p. 441-448, 2019.

NADERPOUR, Mohsen; KHAKZAD, Nima. Texas LPG fire: Domino effects triggered by natural hazards. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 116, p. 354-364, 2018.

NAHAS, Mariana Medeiros Pereira L. P. **Mineração e dinâmica produtiva: efeitos da indústria extrativa mineral sobre a estrutura produtiva dos municípios mineradores de Minas Gerais** (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2014.

NIVOLIANITOU, Zoe; KONSTANDINIDOU, Myrto; MICHALIS, Christou. Statistical analysis of major accidents in petrochemical industry notified to the major accident reporting system (MARS). **Journal of hazardous materials**, v. 137, n. 1, p. 1-7, 2006.

NUNES, Paulo Henrique Faria. **Meio Ambiente & mineração: O desenvolvimento sustentável**. Juruá Editora, 2006.

OPREA, Florin et al. The determinants of economic resilience. The case of Eastern European regions. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 10, p. 1–11, 2020.

PINTO, Antônio. Risco econômico e financeiro: seu conceito e gestão. **Gestin**, p. 85-93, 2002.

PIZZIO, Alex; SILVA, Márcia Michelle Carneiro da. Território Vulnerável e Desenvolvimento Humano: Uma análise à luz da política pública de assistência social. **Desenvolvimento em Questão**, v. 14, n. 35, p. 177-206, 2016.

PONS, Adrià *et al.* Impact of Corporate Social Responsibility in mining industries. **Resources Policy**, v. 72, p. 102117, 2021.

PONTAROLLO, Nicola; SERPIERI, Carolina. A composite policy tool to measure territorial resilience capacity. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 70, p. 100669, 2020.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. Limites da técnica. In: A natureza da globalização e a globalização da natureza. **Rio de Janeiro: Civilização Brasileira**, p. 76-147, 2006.

PRITCHETT, Lant; SURYAHADI, Asep; SUMARTO, Sudarno. Quantifying vulnerability to poverty: A proposed measure, applied to Indonesia. **World Bank Publications**, 2000.

PUGAS, Pâmela O.; CALEGARIO, Cristina L. L.; ANTONIALLI, Luiz Marcelo. Aglomerados e visão baseada em recursos: as capacidades organizacionais de empresas inseridas em um aglomerado do setor de vestuário em Minas Gerais. **Revista de Administração - RAUSP**, vol. 48, n. 3, p. 440-453, 2013.

RACZKOWSKI, Konrad; TWOREK, Piotr. What Does Risk Management in an Economy Really Mean? In: **Risk Management in Public Administration**. Palgrave Macmillan, Cham, 2017. p. 1-41.

RAN, Jing et al. The application of frameworks for measuring social vulnerability and resilience to geophysical hazards within developing countries: A systematic review and narrative synthesis. **Science of the total environment**, v. 711, 2020.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RITCHIE, Liesel Ashley; LITTLE, Jani; CAMPBELL, Nnemia M. Resource loss and psychosocial stress in the aftermath of the 2008 Tennessee Valley authority coal ash spill. **International Journal of Mass Emergencies and Disasters**, v. 36, n. 2, p. 179, 2018.

ROCHA, Renato Conte. **Sustentabilidade nos Cursos de Graduação em Ciências Contábeis do Estado de São Paulo: Uma Análise a Partir de Projetos Pedagógicos**(Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Centro de Economia e Administração (CEA) da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2021.

RODRIGUES, Lilian Segnini. Desafios do desenvolvimento socioeconômico no Brasil: desigualdade e concentração de renda em âmbito municipal no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 5, p. 2008-2024, 2018.

RODRIGUES, Paulo Henrique de Almeida; SANTOS, Isabela Soares. Políticas e riscos sociais no Brasil e na Europa: convergências e divergências. In: **Políticas e riscos sociais no Brasil e na Europa: convergências e divergências**, 2017, p. 232-232.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANTOS, Milton. **O espaço do cidadão**. 7ª ed. São Paulo: Editora da Universidade Federal de São Paulo, 2007.

SANTOS, O. S. H. et al. Understanding the environmental impact of a mine dam rupture in Brazil: Prospects for remediation. **Journal of Environmental Quality**, v. 48, n. 2, p. 439-449, 2019.

SANTOS, Rodrigo César de Vasconcelos dos. Contribuição do setor mineral no Produto Interno Bruto brasileiro. **Revista RADAR**, 65, 33-36, 2021.

SAQUET, Marcos Aurélio. **Abordagens e concepções de território**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

SARTORI, Simone; LATRÔNICO, Fernanda; CAMPOS, Lucila M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 01-22, 2014.

SHALUF, Ibrahim M. et al. Fire and explosion at mutual major hazard installations: review of a case history. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 16, n. 2, p. 149-155, 2003.

SHALUF, Ibrahim Mohamed. Disaster types. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, 2007.

SHANMUGAM, K.; ABDUL RAZAK, M. Assessment on process safety management implementation maturity among major hazard installations in Malaysia. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 149, p. 485-496, 2021.

SHEN, Jian-Fei; YE, Chen-Dan; ZHU, Yu-Xin. **Research on externality economic evaluation of China's education and training industry based on cognitive perspective**. *Cognitive systems research*, v. 52, p. 571-578, 2018.

SILVA, Gessica; BOAVA, Diego; MACEDO, Fernanda. Refugiados de Bento Rodrigues: estudo fenomenológico sobre o desastre de Mariana, MG. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Estudos Organizacionais**, 2016.

SILVA, Jordana Ferreira da et al. Regional economic resilience and mining in the State of Minas Gerais/Brazil: The barriers of productive specialization to formal employment and tax management. **Resources Policy**, v. 70, p. 101937, 2021.

SILVA, K. G. V. K. de; GUNASEKERA, M. Y.; ALWIS, A. A. P. de. Derivation of a societal risk acceptance criterion for major accident hazard installations in Sri Lanka. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 111, p. 388-398, 2017.

SILVA, Maria do Socorro Ferreira; ANUNCIACÃO, Vicentina Socorro; ARAÚJO, Hélio Mário. Desafios na gestão ambiental participativa em Unidades de Conservação, Brasil. **Revista Geografar**, v. 15, n. 1, p. 195-219, 2020.

SILVA, Olintho Pereira da. A mineração em minas gerais: passado, presente e futuro. **Geonomos**, 1995.

SKIDMORE, Mark; TOYA, Hideki. Do natural disasters promote long-run growth? **Economic Inquiry**, v. 40, n. 4, p. 664-687, 2002.

SOUZA, Kátia Regina Góes; LOURENÇO, Luciano. A evolução do conceito de risco à luz das ciências naturais e sociais. **Territorium**, n. 22, p. 31-44, 2015.

SPINK, Mary Jane Paris. Viver em áreas de risco: tensões entre gestão de desastres ambientais e os sentidos de risco no cotidiano. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 3743-3754, 2014.

STIGLITZ, Joseph E. **Economics of the public sector**. 3ed. New York: W.W.Norton & Company, 2000.

THOMPSON, Fabiano et al. Severe impacts of the Brumadinho dam failure (Minas Gerais, Brazil) on the water quality of the Paraopeba River. **Science of the Total Environment**, v. 705, p. 135914, 2020.

TOLEDO, Marcio; CASTILLO, Ricardo. Grandes empresas e uso corporativo do território: o caso do circuito espacial produtivo da laranja. **Geosul. Florianópolis**, v. 23, n. 46, 2008.

TRIVEDI, Ashish; SINGH, Amol. A hybrid multi-objective decision model for emergency shelter location-relocation projects using fuzzy analytic hierarchy process and goal programming approach. **International Journal of Project Management**, v. 35, n. 5, p. 827-840, 2017.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). **Terminology**, 2022. Disponível em: <<https://www.undrr.org/terminology/vulnerability>>. Acesso em 08 de fev. de 2022.

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). **Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities**. Genebra, 2005. Disponível em: <<https://www.unisdr.org/2005/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-english.pdf>>. Acesso em 31 de maio de 2021.

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030**. Genebra, 2015. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>. Acesso em: 28 de maio de 2021.

VERGILIO, Cristiane dos Santos et al. Immediate and long-term impacts of one of the worst mining tailing dam failure worldwide (Bento Rodrigues, Minas Gerais, Brazil). **Science of the Total Environment**, v. 756, p. 143697, 2021.

VEYRET, Yvette. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. In: **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2007. p. 276-277.

VIEIRA, Elias Antonio. A (in) sustentabilidade da indústria da mineração no Brasil. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2011.

WEICHSELGARTNER, Juergen. Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, 2001.

WESTON, Fred, SIU, Juan; BRIAN, Johnson. **Takeovers, restructuring, & corporate governance**. 3.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

WHEATON, William C.; LEWIS, Mark J. Urban wages and labor market agglomeration. **Journal of Urban Economics**, v. 51, n. 3, p. 542-562, 2002.

WISNER, Ben et al. At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters. **Psychology Press**, 2004.

WISNER, Ben; GAILLARD, Jean-Christophe; KELMAN, Ilan. Framing disaster: Theories and stories seeking to understand hazards, vulnerability and risk. In: **Handbook of hazards and disaster risk reduction**. Routledge, p. 18-33, 2012.

WISNER, Benjamin. Vulnerability as concept, model, metric, and tool. In: **Oxford research Encyclopedia of natural Hazard Science**, 2016.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. SãoPaulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.