

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA –
FACE

LUANA NÁTALI OLIVEIRA SILVA

DESASTRES AMBIENTAIS E SEUS IMPACTOS SOBRE A ECONOMIA
BRASILEIRA: O CASO DA INDÚSTRIA EXTRATIVA DE MINÉRIO

DOURADOS-MS

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS-UFGD
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA -
FACE

LUANA NÁTALI OLIVEIRA SILVA

DESASTRES AMBIENTAIS E SEUS IMPACTOS SOBRE A ECONOMIA
BRASILEIRA: O CASO DA INDÚSTRIA EXTRATIVA DE MINÉRIO

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva

Coorientadora: Proa. Dra. Roselaine Bonfim de Almeida

Banca Examinadora:

Professor Dr. Leandro Vinícios Carvalho

Professor Dr. Paulo Henrique de Oliveira Hoeckel.

DOURADOS-MS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586d Silva, Luana Nátali Oliveira
DESASTRES AMBIENTAIS E SEUS IMPACTOS SOBRE A ECONOMIA BRASILEIRA: O
CASO DA INDÚSTRIA EXTRATIVA DE MINÉRIO [recurso eletrônico] / Luana Nátali Oliveira Silva. --
2021.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Jonathan Gonçalves da Silva. Coorientadora:
Roselaine Bonfim de Almeida.
TCC (Graduação em Ciências Econômicas)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021. Disponível no
Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Atividade Mineradora. 2. Externalidades Negativas. 3. Choque de Imposto. 4. Modelo de Equilíbrio
Geral Computável. I. Silva, Jonathan Gonçalves Da. II. Almeida, Roselaine Bonfim De.
III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA –

UFGD
Universidade Federal
da Grande Dourados

ATA DE APROVAÇÃO DE BANCA EXAMINADORA DE
TRABALHO DE GRADUAÇÃO II, SEMESTRE LETIVO 2021.1,
RAEMF

DESASTRES AMBIENTAIS E SEUS IMPACTOS SOBRE A
ECONOMIA BRASILEIRA: O CASO DA INDÚSTRIA EXTRATIVA
DE MINÉRIO

LUANA NÁTALI OLIVEIRA SILVA

Esta monografia, realizada via webconferência (Google Meet), foi julgada adequada para aprovação na atividade acadêmica específica de Trabalho de Graduação II, que faz parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas pela Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia – FACE da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

Apresentado à Banca Examinadora integrada pelos professores:

Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da
Silva (Presidente)

Prof. Dr. Leandro Vinícios
Carvalho (Avaliador 1)

Prof. Dr. Paulo Henrique Oliveira
Hoeckel (Avaliador 2)

DOURADOS-MS, 26 de novembro de 2021.

REGISTRO:
AB - 56/2021

RESUMO

Este trabalho apresenta a análise dos impactos econômicos da imposição de um novo imposto sobre a atividade mineradora brasileira, visto que, a mesma é uma potencial causadora de externalidades negativas, ocasionando danos para o meio ambiente e a sociedade. Para isso, utilizou-se a metodologia de Equilíbrio Geral Computável (EGC), especificamente, o Modelo Inter-regional de Equilíbrio Geral (TERM-BR), tomando como linha de base o período de 2005-2018, para o qual se tem um retrato detalhado da economia brasileira, construído com base na matriz insumo-produto. Os resultados mostraram que a introdução de um imposto para o setor de mineração aumentou o custo de produção da atividade mineradora e de setores correlatos, o que implica na redução no dinamismo econômico. Por outro lado, a introdução do imposto também gerou aumento nas receitas do governo, que pode financiar novos gastos sobre outros setores do país. Logo, as perdas econômicas, decorrentes da política, são pouco pronunciadas, fazendo com que seja viável a imposição do imposto sobre a atividade mineradora.

Palavras-chave: Atividade Mineradora; Impactos Econômicos; Externalidade Negativa; Imposição de Imposto.

ABSTRACT

This work presents an analysis of the impacts of the imposition of a new tax on the Brazilian mining activity, since it is a potential cause of negative externalities, causing damage to the environment and a society. For this, the Computable General Equilibrium (EGC) methodology was used, specifically, the Inter-regional General Equilibrium Model (TERM-BR), taking the 2005-2018 period as a baseline, for which there is a detailed portrait of the Brazilian economy, based on the input-output matrix. The inherent results that the introduction of a tax for the mining sector increased the production cost of mining activity and related sectors, which implies a reduction in economic dynamism. On the other hand, an introduction of the tax has also generated an increase in government revenues, which can finance new spending on other sectors of the country. Therefore, as tax reduction, policy reduction, they are not very pronounced, making it possible to impose the tax on mining activities.

Keywords: Mining Activity; Economic Impacts; Negative externality; Tax Imposition.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA	6
1.3 OBJETIVOS	6
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 EXTERNALIDADES: UMA PERCEPÇÃO CONCEITUAL	7
2.2 DESASTRES AMBIENTAIS: UMA APLICAÇÃO DO CONCEITO DE EXTERNALIDADES NEGATIVAS	9
2.2.1 O caso da Tragédia de Mariana: O maior desastre ambiental advindo do setor de mineração	10
2.2.2 Outros casos de desastres ambientais advindos do setor de mineração.....	12
2.3 A IMPOSIÇÃO DE TRIBUTOS NA ATIVIDADE MINERADORA	14
2.4 REVISÃO DE LITERATURA	15
3. METODOLOGIA	17
3.1 CONCEITO E CARACTERÍSTICAS DO MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL.....	17
3.2 BASE TEÓRICA DO MODELO.....	18
3.3 BASE EMPÍRICA DO MODELO	19
3.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MODELO TERM-BR	20
3.5 ESTRUTURA DE PRODUÇÃO DO TERM-BR.....	21
3.6 ESTRUTURA DE DEMANDA DO TERM-BR	23
3.7 CENÁRIOS E FECHAMENTO DO MODELO	24
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	25
5. DISCUSSÕES.....	29
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICE.....	38

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior exportador de minério, ficando atrás somente da Austrália (BNDES, 1995). Entretanto, apesar de ser um grande exportador do produto, o país tem um grande desafio a ser enfrentado, que é reduzir o número de acidentes relacionados ao setor de mineração, visto que, o país teve nas últimas décadas um aumento na quantidade de casos graves de desastres ambientais envolvendo esse setor.

A chamada Tragédia de Mariana, como ficou conhecida, é um dos exemplos de desastres ambientais associados à atividade mineradora no Brasil. Esse foi um dos maiores acidentes no país e o que mais desencadeou danos até hoje, que culminou em efeitos irreparáveis. Nesse desastre, houve o rompimento da barragem de Fundão, de propriedade da mineradora Samarco S.A, que é uma mineradora brasileira fundada em 1977, e controlada através de uma joint-venture entre a Vale S.A e a anglo-australiana BHP Billiton. Esse acidente ocorreu em novembro de 2015, no município de Mariana, Minas Gerais. Com isso, houve o derramamento de cerca de 34 milhões de metros cúbicos (m³) de uma lama composta por rejeitos de mineração, sendo esse, o maior desastre mundial dessa categoria desde os anos 1960. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2016).

No entanto, esse desastre está relacionado ao megaciclo de exportação de *commodities* que o Brasil foi introduzido entre 2003 e 2013, sendo esse período, caracterizado pelo aumento no volume das importações globais de minérios. Esse progressivo aumento da demanda por minérios incidiu sobre poucos países. “Em 2013, apenas cinco países foram responsáveis por dois terços das exportações globais de minérios, tendo o Brasil ocupado o segundo lugar, respondendo por 14,3% das exportações de minério do mundo” (WANDERLEY, et al. 2016, p. 30). Nesta fase, evidenciou-se a dependência do Brasil quanto ao setor minero-exportador.

Nesse cenário, a Samarco pode ser considerada como principal responsável pela inserção do Brasil nesse grande ciclo de exportação de minério. Essa mineradora tem como primordial missão prover o mercado global com bens naturais semitransformados auferidos do território nacional. No entanto, a mineradora tem sido muito criticada pelo modelo de produção adotado, o qual expõe a natureza estrutural do rompimento da barragem dentro do processo cíclico do setor mineral, como destacam Wanderley et al. (2016).

Essas críticas podem ser ilustradas por alguns dos efeitos adversos desencadeados pelo desastre de 2015:

destruição de áreas agrícolas e pastos, com perdas de receita econômicas; destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa de Mata Atlântica; mortandade de biodiversidade aquática e fauna terrestre; assoreamento de cursos d'água; interrupção do abastecimento de água; interrupção da pesca por tempo indeterminado; interrupção do turismo; perda e fragmentação de habitats; restrição ou enfraquecimento dos serviços ambientais dos ecossistemas; alteração dos padrões de qualidade de água doce, salobra e salgada, além de sensação de perigo e desamparo na população (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, 2015, p. 04).

Apesar da tragédia de Mariana ser a maior em termos de danos ambientais, no dia 25 de janeiro de 2019, outro grave acidente ganhou destaque. Isso, pelo número de vidas perdidas, a chamada tragédia de Brumadinho, também em Minas Gerais. Nesse desastre, o também rompimento de uma barragem, nesse caso, de propriedade da Vale S.A, causou uma enorme avalanche de rejeitos, cerca de 12 milhões de metros cúbicos (m³) de minério de ferro (SANTOS, 2020).

Ademais, é possível destacar outros acidentes vinculados à atividade mineradora, os quais se sucederam e que também geraram expressivas perdas econômicas e ambientais. Alguns desses desastres são classificados como de menor gravidade, no entanto, também geraram um saldo negativo de contaminação de rios e perdas de fauna e flora, como os ocorridos nos estados do Pará e do Ceará. Segundo Barbosa (2018), no primeiro, a mineradora norueguesa Hydro Alunorte foi responsável pelo vazamento de rejeitos de minerais de uma de suas instalações na cidade de Barcarena, isso, na região metropolitana de Belém, Pará. Já no segundo caso, o município afetado foi o de Quiterianópolis, onde a mineradora Globest foi a causadora da contaminação de solo e de água por elementos químicos (BARBOSA, 2019).

Desse modo, apesar da mineração ser um setor primordial para a economia nacional, certamente há um custo-benefício a ser avaliado (BIAZON, 2018), visto que cada vez mais vem ocorrendo novos acidentes, nesse setor, em todo o país. Isso, sem mencionar as muitas cidades, onde os moradores vivem com o constante risco do rompimento de barragens de rejeitos de minério. Esse quadro é acompanhado pela escassez de análises sobre o tema, isto é, de avaliações econômicas sobre o papel da atividade mineradora no Brasil e a identificação de alternativas para que novos desastres ambientais não corram.

Nesse sentido, discussões sobre a imposição de novos tributos sobre a atividade mineradora e/ou adoção de uma legislação rígida para gerir a operação desse setor, a exemplo do que é feito em outros países, representa um campo de pesquisa promissor, ainda pouco

explorado no Brasil (INESC, 2016). Sendo assim, este trabalho pretende preencher esta lacuna, sem esgotá-lo, trazendo novos elementos para o debate sobre o papel dessa atividade no país.

1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

A análise dos impactos de desastres ambientais, como de Mariana, em Minas Gerais, se justifica pela magnitude dos efeitos negativos gerados: milhares de pessoas desalojadas, centenas de vidas perdidas, a poluição de córregos e rios, a destruição de economias locais e outras perdas econômicas de maior amplitude nas esferas estaduais e nacional. Segundo Siqueira (2008) a gradual danificação ambiental e a degradação dos recursos chamam, cada vez mais, a atenção dos diversos segmentos da sociedade civil para esse tema.

A preservação do meio ambiente é um dos elementos mais importantes dentro da nova concepção de sociedade, tendo em vista o crescimento e, sobretudo, o desenvolvimento. A saúde e o bem-estar do homem estão diretamente relacionados com a qualidade do meio ambiente e com suas condições físicas, químicas e biológicas disponíveis (CASTRO, 1990).

Dessa forma, a erradicação dos desastres ambientais de grande magnitude na indústria extrativa de minério, é de suma importância para a sociedade como um todo. No entanto, ainda não se tem pleno conhecimento sobre as causas desses eventos, nem do por que da elevada frequência desses desastres no Brasil. Nesse sentido, é premente para a sociedade brasileira, principal interessada, analisar os impactos ambientais e econômicos desses eventos e, por fim, identificar alternativas/ações para evitar novos desastres naturais no futuro.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é analisar os impactos ambientais e econômicos da imposição de um novo imposto sobre a atividade mineradora brasileira. A imposição de um novo imposto está pautada nos debates sobre o aumento da tributação de atividades poluidoras. Assim, onerando-se tais atividades e destinando-se as receitas obtidas em ações de preservação dos recursos naturais das economias locais.

Especificamente pretende-se:

- Aplicar um choque de aumento de 5% do imposto sobre a atividade mineradora nacional, isso, de 2021 à 2030;

- Analisar os impactos ambientais e econômicos de desastres naturais desencadeados pela atividade mineradora no Brasil;
- Identificar quais medidas devem ser aplicadas para reduzir o risco de novos rompimentos de barragens.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho segue estruturado em seis seções. Nesta primeira apresenta-se a introdução sobre o tema, bem como sua relevância sobre a análise das externalidades decorrentes de desastres naturais, a exemplo do ocorrido em Mariana, Minas Gerais. Na segunda parte destaca-se a revisão bibliográfica, dividida primeiramente em revisão teórica que insere a pesquisa no universo teórico, baseando-se a partir de leis ambientais e políticas econômicas e em revisão de literatura fundamentada nos principais estudos realizados sobre o tema. Na terceira parte é descrita a metodologia, com destaque para a área de estudo, o tipo de pesquisa e a fonte de dados. Na quarta, é apresentada a análise dos resultados, isso proveniente da aplicação da metodologia do trabalho. Na quinta parte é descrita a discussão a respeito do tema do trabalho, onde são expostas ações que possuem a finalidade de reparar os danos causados pelo setor minerário, ao meio ambiente, a economia e a sociedade. E por fim, na sexta parte, é apresentada as considerações finais, onde é destacada as principais contribuições com a elaboração deste trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, são expostas informações fundamentais, conceitos e estudos realizados sobre o tema apresentado, sistematicamente dividido em duas subseções. A primeira é a revisão teórica, que exhibe os princípios que baseiam o estudo a ser efetuado. A segunda expressa os principais estudos e pesquisas já efetuados sobre o tema e que serão aplicados como alicerce para o presente estudo.

2.1 Externalidades: Uma percepção conceitual

Para compreender o conceito de externalidades, cabe inicialmente relatar as transformações que o processo de produção passou com o decorrer do tempo. Essas

transformações começaram há duzentos anos, no final do século XVIII e início do XIX, com o começo da Revolução Industrial, que foi responsável pela modificação das relações de trabalho, substituindo o trabalho manual, pelas máquinas, que passaram a obter cada vez mais espaço. Assim, a Revolução Industrial deve ser compreendida como “Um conjunto de transformações nos mais diversos aspectos da atividade econômica, conduzindo os homens do modo feudal para o modo capitalista de produção” (SOARES, 1999, p. 2).

Pode-se afirmar que nesta fase surgiu a origem da chamada hoje, poluição ambiental, como consequência do aparecimento da máquina a vapor, que utilizava como combustível o carvão mineral. Mais de duzentos anos depois do início da Revolução Industrial, a humanidade se deparou com as consequências ambientais concebidas pelas máquinas que geravam a produção das indústrias da época. Foi nesse contexto que surgiu informalmente o conceito de externalidades. A primeira menção ao que se conhece hoje como externalidades foi realizada por Alfred Marshall, no ano de 1925, quanto à curva de oferta com inclinação descendente de uma indústria com características concorrenciais. Segundo Longo (1983) externalidade é um efeito externo gerado aos indivíduos, em decorrência de uma relação de produção, consumo ou de troca.

Existem dois tipos de externalidades, a positiva, quando as consequências das atividades econômicas beneficiam os indivíduos, e a negativa, quando a produção prejudica a sociedade, sem que haja punição por isso (PINDYCK; RUBINFELD, 2002). As externalidades têm como principal natureza serem associadas a bens aos quais os indivíduos dão valor, contudo esses bens dificilmente possuem seu valor apreciado. Um exemplo disso é o meio ambiente preservado, quase sempre é valorizado pelos indivíduos, porém não se tem ideia sobre seu valor.

Nesse sentido, acidentes envolvendo o setor minerário podem ser considerados como externalidades negativas ao meio ambiente, à sociedade e à economia. Isso, porque, as externalidades negativas causam custo social. Quando uma empresa considera somente o seu custo privado, há um excesso de produção. Na existência de externalidades, a empresa teria de internalizar o custo social, diminuindo a produção e tomando para si as responsabilidades pelas externalidades negativas (STIGLITZ, 2000).

Recursos como a água, terra e ar detêm particularidades específicas, como a não-rivalidade, e a não-exclusividade. Logo, estão submetidos aos impasses decorrentes das externalidades ambientais, cujos efeitos afetam o meio ambiente (THOMAS; CALLAN, 2010). Assim sendo, os resultados das atividades econômicas sobre o meio ambiente

necessitam cautela devido à evidência de estudos que mostram que os recursos do planeta estão se esvaecendo.

2.2 Desastres ambientais: Uma aplicação do conceito de externalidades negativas

O setor de mineração é caracterizado pela volatilidade de preços, que de acordo com os estudos de Davies e Martin (2009) durante os períodos de baixa dos preços, há evidências de aumento do número de rompimentos de barragens de rejeitos, como destaca Almeida (2017):

O rompimento da barragem de Fundão da Samarco, em Bento Rodrigues, subdistrito de Mariana (MG), aconteceu em meio a uma das mais severas crises enfrentadas pelo segmento da mineração no Brasil e no mundo. O fim do ciclo de alta das *commodities*, puxado especialmente pelo freio no crescimento econômico da China, resultou numa queda acumulada em quatro anos de quase 70% no preço do minério de ferro, no mercado internacional.

Desse modo, a explicação exposta pelos autores se explicita tanto pelo estímulo à produção no período da alta de preços do minério, causando a escolha de locais inadequados para o estabelecimento do empreendimento, bem como ao uso de tecnologias não adequadas. Assim, tem-se o aumento da produção e a diminuição dos custos a partir do segundo período de baixa nos preços, o que inclui até mesmo as despesas com segurança e planejamento.

Davies e Martin (2009) afirmam que as prováveis causas para a propensão ao aumento da ocorrência de tragédias envolvendo rompimentos em barragens nos ciclos de retrocessão no setor da mineração, envolvem: a necessidade de mais licenciamentos e outros processos regulatórios que instituem um grau maior de demanda acima do nível que pode ser ofertado, afetando assim a qualidade dos serviços. Durante o período de alta, ocorre pressão sobre os órgãos para rápido licenciamento da atividade, aproveitando-se do período de alta demanda. Assim, com engenheiros e técnicos exaustos, tem-se uma avaliação de menor qualidade sobre a localização. Além disso, há falhas na segurança de produção, visto que se busca a redução de custos no período de queda dos preços. Por fim, a carência de análises de órgãos de terceiros aliada à alta rotatividade dos principais profissionais da administração dos projetos do setor, criam o cenário perfeito para a ocorrência de desastres ambientais.

Apesar disso, nos últimos anos, ocorreu um expressivo avanço tecnológico e do conhecimento científico abrangendo o método de extração de minério, especialmente no

método de lavra e concentração de minério de ferro. No entanto, não houve o mesmo progresso tecnológico no tratamento dos rejeitos, o qual também não recebeu a mesma atenção dada às outras etapas do processo produtivo (PINHEIRO, 2000).

Assim, a progressiva ocorrência de desastres envolvendo as barragens de rejeitos pode estar associada à diferença entre a evolução da tecnologia para o beneficiamento das extrações de minérios em confronto com o avanço tecnológico abrangendo a formação e tratamento dos rejeitos (BOWKER; CHAMBERS, 2015).

A interpretação para que os avanços ocasionem maior eventualidade de desastres com barragens ressalta-se em três aspectos: primeiramente, a evolução tecnológica acarreta na expansão da competitividade e conseqüentemente não há necessidade de redução da produção, mesmo na fase de redução nos preços. Segundo, possibilitam a extração de estoques com conteúdo cada vez mais reduzidos de minérios, ocasionando assim uma capacidade cada vez maior de rejeitos por tonelada (GOMES; REIS; CAVALCANTI, 1997; PINHEIRO, 2000). E por fim, ao propiciarem a extração de minério em um mesmo local por mais tempo, cooperam para a estruturação de barragens cada vez maiores tencionando a economias de escala, em consequência, expandem as nocividades eventuais em ocorrência de incidentes (POEMAS, 2015).

Em suma, à medida que o aumento da produção de minérios propicia a expansão do volume de rejeito em barragens, a imposição de redução de custos associadas à expansão de rejeitos podem causar perigo de incidentes com barragens de rejeito, o que vem ocorrendo em diversas partes do país, como em Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais, culminando em prejuízos econômicos e ambientais.

2.2.1 O caso da Tragédia de Mariana: O maior desastre ambiental advindo do setor de mineração

Destaca-se que o rompimento da barragem de Fundão se enquadra em um cenário de desastres de barragens em Minas Gerais e sua conexão com procedimentos de licenciamento e monitoramento deficientes. Assim, fica exposto que houve falta por parte dos órgãos responsáveis pela função de monitorar e controlar a segurança das barragens e, assim, evitar a tragédia e as externalidades ambientais dela decorrentes (WANDERLEY, 2015).

De acordo com a Resolução CONAMA 237/97 (art. 1.º, I) a licença ambiental é:

O procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva e potencialmente poluidoras ou daqueles que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas aplicáveis ao caso.

O monitoramento e controle da proteção de barragens são dever de órgãos estaduais como a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), no caso de Minas Gerais, em conjunto com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), esse, no âmbito federal. Segundo Wanderley et al. (2015) A FEAM divulga anualmente, o “Inventário de barragens do estado de Minas Gerais”, onde essas estruturas são categorizadas conforme seu tamanho e estabilidade. Em 2014, evidenciou-se através do inventário que a barragem de Fundão estava estável. À vista disso, nota-se que o sistema de monitoramento denota problemas estruturais, correlacionadas à imperícia inação dos órgãos estatais em certificar a segurança à sociedade e ecossistemas a jusante das barragens de rejeito em ação.

Segundo Milaré (2000) o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) avalia, metodicamente, os efeitos do estabelecimento de um empreendimento no meio ambiente. De acordo com o mesmo autor, o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é o documento que retrata os efeitos dos estudos técnicos e científicos de ponderação de impacto ambiental. Outra inaplicabilidade diz respeito a esses estudos e relatórios de impacto ambiental (EIA-Rimas), que não conseguiram prever possíveis efeitos de grande destaque, como ao desastre socioambiental ocasionada à bacia do rio Doce. A falta de análises eficientes e condutas profissionais éticas na execução dos estudos têm gerado a desqualificação dos efeitos negativos e a supervalorização dos resultados positivos das grandes empresas sobre a população e o meio ambiente.

O EIA-Rima da barragem detêm graves impasses técnicos, o que inviabilizou o prognóstico da tragédia causada pelo rompimento da barragem e intensificou os impactos sobre o povo atingido (ALMEIDA, 2017).

Ainda segundo o autor, em questão à opção tecnológica, havia a oportunidade de outros procedimentos de tratamento no mercado, com capacidade de reaproveitamento da lama, que em nenhum momento foi visto como opção para o controle e tratamento dos resíduos da mineração. Assim, nota-se a indiligência da Samarco, no que diz respeito à instituição de formas alternativas de implantação de novas tecnologias para o beneficiamento

do reaproveitamento da lama, bem como a falta de um sistema de alarme sonoro e à assegução de pessoas instruídas para auxiliar a comunidade em casos de urgência.

Nesse sentido, a tragédia de Mariana culminou em profundos danos. De acordo com a Embrapa (2015), ainda que os rejeitos não sejam apontados como tóxicos, quando consolidados, comprometem a infiltração de água e o nível de matéria orgânica indispensável para a vida microbiana do solo, afetando as chances para a germinação de sementes e evolução radicular das plantas, comprometendo também a variabilidade genética das áreas ciliares. O rio Doce sofreu mudanças físico-químicas que acabou afetando toda a cadeia trófica que inclui desde a comunidade planctônica, invertebrados aquáticos, peixes, anfíbios, répteis e mamíferos que dependem direta e indiretamente das águas do mesmo (IBAMA, 2015). Segundo Matos (2016), a conclusão é a iminente extinção de algumas espécies naturais do rio, requerendo décadas para a restauração da biodiversidade e do assoreamento em inúmeros trechos do leito do rio Doce.

No entanto, apesar da tragédia de Mariana ter sido o maior desastre ambiental, ela não foi a única, visto que o Brasil não conseguiu aprender com seus erros, a exemplo dos diversos outros desastres ambientais envolvendo o setor de mineração que o país sofreu nos últimos anos.

2.2.2 Outros casos de desastres ambientais advindos do setor de mineração

Outros desastres envolvendo o setor minerador no Brasil vêm ocorrendo, deles culminaram diversos danos, que acabaram prejudicando o meio ambiente, a economia e a sociedade (RAMOS et. Al., 2017).

A Tragédia de Brumadinho foi como ficou conhecido o acidente do rompimento da barragem da Vale, em Brumadinho, no estado de Minas Gerais. No início da tarde do dia 25 de janeiro de 2019, o rompimento gerou uma vasta avalanche de rejeitos de 12 milhões de metros cúbicos (m³) de minério de ferro. A Barragem 1 da Mina Córrego do Feijão desmoronou, e a lama alcançou a área administrativa da Vale, e a comunidade da Vila Ferteco, causando um enorme rastro de destruição e um grande número de mortes (SANTOS, 2019).

O rompimento da barragem de Brumadinho ocasionou na degradação ambiental na bacia do rio Paraopeba, que já vinha sendo utilizado e apropriado de forma desordenada. A bacia hidrográfica do rio Paraopeba é de grande importância no âmbito do abastecimento de água, visto que é responsável por suprir aproximadamente 53% da população da região

metropolitana de Belo Horizonte, através dos sistemas Várzea das Flores, Serra Azul e Rio Manso. Nessa lógica, vale apontar que este é um dos maiores impactos que a tragédia de Brumadinho provocou, dado que as águas ficaram infectadas e impedidas para o uso humano. Ainda, a mortandade da biota aquática, incluindo peixes, fauna bentônica e anfíbia foi demasiada (LEMOS; POLIGNANO, 2020).

Além disso, essa tragédia causou impactos sociais e econômicos, como: “a destruição de estruturas públicas e privadas; mudanças no modo de vida de comunidades tradicionais e perda de patrimônio imaterial; perda de vidas humanas; perda da capacidade produtiva de pequeno agricultor; saúde de comunidades ribeirinhas e atingidas (danos psicológicos, saúde mental, doenças de veiculação hídrica); propagação de vetores (insetos, ratos); restrição de usos possíveis para as águas; impedimento/diminuição da oferta de pescado” (LEMOS; POLIGNANO, 2020).

Ademais, em outras regiões o setor minerador também vem sendo causador de externalidades negativas.

Na cidade de Barcarena, interior do Pará, por exemplo, em 17 de fevereiro de 2018 teve uma preocupante contaminação dos rios da região, ocasionada pelo vazamento de bauxita das operações da mineradora Hydro Alunorte. Uma comissão Parlamentar de Inquérito (CPI), elaborada na época na Assembleia Legislativa do Pará (Alepa), constatou não só o vazamento, como a origem dele:

“Ficou comprovado pela investigação da CPI de Barcarena que a causa principal do transbordamento e vazamento de efluentes, se deveu a um estresse da planta da empresa que não suportou a escala de produção imposta, e que, portanto, com uma chuva um pouco maior, essas estruturas não aguentaram e acabaram despejando material não tratado para a bacia do rio Pará e para as comunidades próximas” (FERNANDES, 2019).

O estrago ambiental na área metropolitana afetou as águas da região de Barcarena, que manifestaram níveis altos de alumínio e outras substâncias relacionadas aos rejeitos. Segundo relatório do Instituto Evandro Chagas, aliado ao Ministério da Saúde, a evasão de rejeitos gerou mudanças nas águas superficiais da região, não podendo ser usadas para consumo, recreação e pesca, ocasionando impacto direto em algumas comunidades locais (CAMARGO, 2018).

Outra região do Brasil que foi impactada pelo escoamento de rejeitos de mineração de ferro foi o Ceará, no município de Quiterianópolis. Na madrugada do dia 17 de fevereiro de

2019 choveu 130 milímetros e os rejeitos provenientes da mineradora Globest que estavam amontoados a 300 metros na borda direita do rio Poti foram levados pela grande potência da água para dentro do leito (MAM Nacional, 2019).

Segundo o relatório exibido, o rio Poti foi infectado com presença de metais como: alumínio, antimônio, arsênio, cromo, fósforo, manganês e níquel. Por conta dos rejeitos a pesca foi prejudicada, e as vendas dos pescadores despencaram (BARBOSA, 2019).

Desse modo, esses acidentes levam à reflexão sobre o modelo de mineração que prevalece no país desde o período colonial e que apresenta formas de exploração econômica e social que se perduram com métodos retrógrados, comprometendo a defesa do meio ambiente e da sociedade. Concernindo ações fundamentais com intuito de compensar e modificar decididamente o método desse modelo (LEMOS; POLIGNANO, 2020).

Então, o governo, juntamente com a sociedade, pensou em uma alternativa para mitigar novos desastres. Nessa perspectiva, existem na literatura diversas discussões nesse sentido, por exemplo, da adoção de uma legislação mais rígida para evitar que novos desastres ambientais venham a acontecer. A imposição de tributos sobre o setor seria uma alternativa viável, pois os recursos deles providos poderiam ser revertidos para a preservação e adoção de práticas seguras e sustentáveis.

2.3 A IMPOSIÇÃO DE TRIBUTOS NA ATIVIDADE MINERADORA

Desde o período colonial até os dias de hoje a mineração preserva sua força no Brasil. Conforme o Ministério de Minas e Energia, o setor mineral corresponde 4% do Produto Interno Bruto (PIB) e colabora com 25% do saldo comercial brasileiro. No entanto, apesar dessa riqueza e altos valores da produção, o setor mineral é vetor de preocupação, devido ao fato de os minérios serem um recurso não renovável, isto é, a exploração do minério reduz o estoque de capital inicial, que afeta o fluxo de renda no futuro; além de ser um potencial causador de externalidades negativas (SILVA, 2000).

Assim, no início dos anos 90 foi efetivada no Brasil a “compensação financeira pela exploração dos bens minerais (CFEM)” ou somente *royalty*, com o propósito de deter parcela do valor da renda relativo à redução do estoque mineral. (HARTWICK, 1977). Desse modo, é imprescindível a ação do poder público, que sendo responsável pela arrecadação desse tributo, realize um planejamento estratégico que leve em consideração a concepção de formação de um fluxo de renda sustentável no futuro, empregando os recursos em outros setores

econômicos, bem como na recuperação das áreas impactadas pelas mineradoras e desenvolvimento de melhoramentos no bem-estar da população local (SILVA, 2000).

À vista disso, o congresso do Chile analisou uma proposta de pagamento de royalties adicional para as minas de cobre e lítio, para estimular o progresso das regiões em torno de seus depósitos. A ação propõe um imposto de 3% sobre o valor nominal dos metais extraídos e se aplica aos mineiros de cobre que produzem mais de 12.000 toneladas de cobre por ano e 50.000 toneladas de lítio (ARANTES, 2018).

Dessa forma, utilizando o método de Equilíbrio Geral Computável para empregar o estudo proposto, conclui-se que, entre os três fechamentos simulados pelo modelo, um deles aponta que o imposto aplicado pode favorecer o crescimento econômico, visto que implica no aumento do PIB, aumentando assim o dinamismo econômico da economia, o qual é estimulado pelo aumento da demanda do governo, que expande a produção das empresas, e consequentemente a demanda por insumos, logo, mais pessoas serão empregadas, gerando impacto positivo no consumo. Assim, a balança comercial se move em direção ao superávit.

2.4 Revisão de Literatura

Ramos et al. (2017) verificaram em seu artigo os impactos ambiental, social e econômico provocados pela tragédia de Mariana. A metodologia empregada foi qualitativa e exploratória. O estudo atestou que o município de Mariana-MG continua o mesmo pelo ponto de vista estrutural, mas, economicamente, foi afetado pela redução do turismo. Constata-se com isso que o maior desastre ambiental do país, arruinou os valores materiais e imateriais dos habitantes e não se limitaram somente aos objetos perdidos, mas também, bens culturais, cujos prejuízos ocasionados são irrecuperáveis.

Costa (2016), por sua vez, em um estudo sobre os impactos ambientais decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão, identificou as possíveis causas desse desastre e alternativas para evitá-lo. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa, do tipo documental. Esse trabalho concluiu que a ausência de um plano emergencial da empresa Samarco contribuiu para o acidente, atingindo de forma adversa, os diferentes sistemas ambientais.

Para averiguar os mecanismos de desengajamento moral aplicados pela Samarco na ação do delito ocorrido com a ruptura de uma barragem, perante sua administração, Medeiros, Silveira e Oliveira (2018) realizaram um estudo que analisou as publicações contendo declarações da empresa e de seus representantes sobre o caso em questão. Como conclusão,

evidenciou-se que a mineradora usou três mitos na narrativa adotada: (a) de que estão fazendo o que deve ser feito; (b) não estão conduzindo a sociedade e o meio ambiente ao perigo; e (c) ausência de culpa. Segundo Bandura (1999) essas três narrativas são meios característicos do desengajamento moral da organização para praticar um delito corporativo. Foram identificados de acordo com análise dos autores três mecanismos: distanciamento de culpa; minimização e desvirtuamento dos impactos.

Lacaz, Porto e Pinheiro (2017) buscaram relatar as sequelas sobre os trabalhadores e os cidadãos atingidos pelo rompimento da barragem de Mariana, e o desempenho do Estado na proteção nos interesses dos mesmos. Para isso, basearam-se em relatórios realizados pelos órgãos fiscais, grupos acadêmicos e em notícias da imprensa. Concluíram que o Estado é inapto para monitorar e supervisionar de maneira eficaz, fazendo assim com que a população seja penalizada por isso, não conseguindo fazer *jus* a seus direitos de forma justa e adequada. Ainda, evidenciaram a necessidade de um abrangente processo de mobilização social para reconquistar a dignidade e os direitos revogados pelo desastre ambiental.

Freitas, Silva e Menezes (2016) realizaram um estudo sobre o desastre na barragem de mineração da Samarco Mineração S.A. Utilizando-se do método hipotético-dedutivo, o qual foi empregado em conjunto com análises de informações disponibilizadas em artigos científicos e em sites eletrônicos. Nesse trabalho, conclui-se que para reduzir os riscos de eventuais desastres ambientais, requer-se a atuação incisiva dos órgãos de regulação e controle. Isso, aliado à constante transparência e atuação da sociedade.

Por fim, identificou-se a escassez de trabalhos quantitativos sobre os impactos econômicos e sociais de desastres ambientais no contexto doméstico. Isso, porque boa parte da literatura especializada existente é composta por estudos exploratórios e qualitativos que, apesar de importantes, não captam todos os efeitos adversos desencadeados pelos desastres ambientais. Além disso, a literatura existente para o caso brasileiro, concentra-se na avaliação de alguns poucos desastres ambientais, como o ocorrido em Mariana, Minas Gerais. Assim, há um amplo espaço nessa literatura para pesquisas, como a deste estudo, que avalia quantitativamente uma política de mitigação de desastres ambientais, uma vez que esses têm ocorrido cada vez mais frequentemente no país. Isso, através da imposição de impostos sobre a atividade mineradora e aplicação das receitas em ações de preservação dos recursos naturais e melhorias na segurança dessa atividade, sendo esta a principal contribuição do estudo proposto.

3. METODOLOGIA

3.1 Conceito e características do Modelo de Equilíbrio Geral Computável

No tratamento proposto para este trabalho, para verificar os impactos econômicos e sociais da introdução de um imposto sobre a atividade mineradora brasileira, foi utilizado um modelo de equilíbrio geral computável (EGC). Segundo Shoven e Whalley (1992), um modelo de equilíbrio geral computável pode ser determinado como uma interpretação numérica das condições de equilíbrio de uma economia, representada por agentes econômicos retratados através de equações comportamentais. O intuito desse instrumental analítico é transfigurar a concepção teórica de equilíbrio geral walrasiano, formalizada em 1950 por Kenneth Arrow e Gerard Debreu, em modelos empregados à economia real. Dessa forma, modelos de equilíbrio geral, numéricos e empiricamente fundamentados, poderiam ser empregados para analisar possibilidades concretas de políticas, já que eles propiciam uma estrutura ideal para averiguar os impactos de modificações de políticas sobre a alocação de recursos.

O uso dessa ferramenta analítica tem avançado cada vez mais, isso, devido aos avanços na área da computação e técnicas de resolução numérica de sistemas de equações, bem como pelo progresso e difusão de matrizes de insumo-produto e de contabilidade social.

No entanto, alguns obstáculos à utilização desses modelos ainda perduram, como a carência de dados imprescindíveis para a calibragem dos parâmetros dos modelos (SHOVEN; WHALLEY; 1992).

Apesar disso, quatro características desses modelos que os tornam instrumentos apropriados para verificar mudanças de políticas econômicas merecem destaque. Primeiro, eles são implantados sobre sólidos princípios microeconômicos, já que é necessário determinar os agentes por meio de equações de comportamento. Segundo, apresentam lógica interna entre todas as variáveis, já que resultam de uma base de dados necessariamente estável e coesa. Terceiro, oferecem resultados numéricos para todas as variáveis endógenas, possibilitando examinar os efeitos de mudanças em políticas econômicas. E por fim, como levam em conta as inter-relações entre todas as variáveis avaliadas, possibilitam capturar os efeitos diretos e indiretos de mudanças em políticas econômicas (SHOVEN; WHALLEY; 1992).

Segundo Fochezatto (2005) as fundamentais aplicações dos modelos de equilíbrio geral computável situam-se na investigação de temas associados ao comércio internacional, à

distribuição de renda, aos choques externos, às políticas tributárias e fiscais e à escolha de estratégias de desenvolvimento. Até à pouco, a maior parte dos estudos com esta modelagem era efetuada para examinar um ou mais destes temas, para ver o impacto sobre a economia de um certo país. Diversas das execuções mais atuais, todavia, buscam integrar mais de uma economia no estudo, buscando observar a propagação dos impactos de mudanças políticas entre países e regiões.

Ainda conforme Focchezatto (2005), esses modelos são instrumentos apropriados para examinar estas políticas porque registram as essenciais relações entre os agentes e mercados do sistema econômico. Pela condição de conterem como base empírica uma matriz de contabilidade social, sustentam a coesão do grupo de interdependência neles abrangidas. Ademais, ao olharem as transações intersetoriais, todas as modificações de preços decorrentes das mudanças políticas são capturadas pelo modelo.

Assim, estes modelos propiciam relevantes lições aos formuladores de políticas, visto que oportunizam a comparação, em termos quantitativos, da relevância relativa de efeitos das políticas econômicas e a identificação de quem ganha e de quem perde (SHOVEN; WHALEY, 1992).

3.2 Base Teórica do Modelo

O alicerce teórico dos modelos de equilíbrio geral computável é o modelo walrasiano de uma economia de concorrência perfeita, em que se encontram dois agentes centrais: os que produzem e os que consomem. Esses agentes produzem, consomem e comercializam bens e fatores. Os consumidores, providos de um orçamento e de um composto de preferências, demandam bens de modo a maximizar uma função utilidade. As preferências são, por hipótese, contínuas e convexas, das quais derivam funções de demanda contínuas e homogêneas de grau zero em relação aos preços, isto é, somente aos preços relativos podem ser definidos. Do lado da produção, a tecnologia é retratada por uma função de produção com rendimentos constantes de escala, indicando que, no equilíbrio, o lucro das firmas é nulo. As firmas, dotadas de uma definida tecnologia de produção, demandam fatores de forma a minimizar seus custos (FOCCHIZATTO, 2005).

Ainda que a ideia de um sistema econômico de equilíbrio aluda a Quesnay e, subsequentemente, a Ricardo e a Marx, foi Walras quem principiou os fundamentos teóricos do sistema de equilíbrio geral, o qual foi formalizado por Arrow e Debreu (1954) e Debreu (1959). O primeiro modelo empregado de equilíbrio geral foi desenvolvido por Johansen

(1960), com uma realização à economia norueguesa. Para solucionar o sistema de equações, ele se usou das técnicas de programação linear, linearizando as equações não-lineares.

Recentemente, uma vasta diversidade de métodos computacionais está à disposição dos modeladores e a opção de cada um decorre de diversos aspectos, entre eles, da complexidade do modelo e da categoria de detalhamento e exatidão de análises.

Conforme Fochezatto (2005), a utilização progressiva destes modelos como ferramenta de análise de políticas econômicas se deve a três fatores. O primeiro resulta das características do modelo por si só: por serem multissetoriais e incorporarem todos os agentes da economia em um grupo coesivo de relações, eles oferecem soluções mais inclusivas, demonstrando a complexa rede de efeitos que uma mudança política ocasiona na economia.

Segundo, sua utilização se deve às características das economias avançadas. A evolução técnica e a diminuição das barreiras comerciais com o exterior têm expandido as inter-relações, aumentando assim a complexidade dos sistemas econômicos. Daí a inevitabilidade de um estudo mais categórico e que entreveja o comportamento do grupo dos agentes econômicos e suas interdependências.

E por último, as intensas atualidades e propagação de programas de computador patíveis a elaboração e solução de impasses de equilíbrio geral. Na atualidade a maior parte dos países dispõe matrizes de insumo-produto, sistemas de contas nacionais e matrizes de contabilidade social, o que possibilita a utilização de modelos deste gênero (FOCHEZATTO, 2005).

3.3 Base Empírica do Modelo

De acordo com Castilho (1994), os modelos de equilíbrio geral computável exibem, por um lado, alguns conceitos que os aproximam dos macroeconômicos, dado que se embasam nas matrizes de contabilidade social (MCS) para determinar as variáveis agregadas da economia e, em contrapartida, conceitos dos modelos de insumo-produto, visto que inserem numerosos setores e os períodos intermediários dos processos produtivos. Um benefício destes modelos, logo, é que eles reúnem os dados microeconômicos com os macroeconômicos por meio da modelização da conduta dos agentes.

Pode-se afirmar, dessa forma, que a capacidade de modelagem da economia, no contexto multissetorial, deve-se à metodologia de insumo-produto concebida por Leontief (1951). É com base nela que a matriz de contabilidade social é instituída, que é a base empírica dos modelos de equilíbrio geral computável. Estas matrizes fornecem as receitas e

despesas de todos os agentes da economia, como as famílias, fatores de produção, empresas, governo e o resto do mundo (BANERJEE et al., 2016).

Baseada na MCS, a estruturação de um modelo de equilíbrio geral computável consiste em conceder formas praticáveis aos agentes econômicos, de forma a, presumidamente, caracterizarem o seu comportamento na criação dos fluxos de receitas e despesas fornecidos na MCS. O propósito é a de que os valores apresentados nestes fluxos decorrem dos atos comportamentais dos agentes econômicos expressos no modelo, realizadas na contextura das dependências nele expressas.

Assim, pode-se afirmar que os modelos de equilíbrio geral computável são extensões contemporâneas dos clássicos modelos de contabilidade social e de insumo-produto.

3.4 Características gerais do modelo TERM-BR

A ferramenta analítica a ser empregada no estudo proposto é um modelo inter-regional de equilíbrio geral aplicado, intitulado *The Enormous Regional Model for the BRrazilian economy* (TERM-BR) (HORRIDGE, 2011).

O TERM-BR foi adaptado de um modelo elaborado para a economia da Austrália, cuja construção matemática é retratada por um agrupamento de equações, sendo sua maior parte não-linear, todavia, representada no formato linearizado, e cujo resultado é dado em taxa de crescimento, ou seja, por variação percentual. O modelo é solucionado com o *software* GEMPACK (HARRISON; PEARSON, 1996).

O TERM-BR é solucionado recursivamente, contém padrões de funções de produção e detalhamento da base de dados (SANTOS et al., 2017). Segundo Horridge e Rokicki (2017) o modelo também propicia aspectos extras, explicitando impactos políticos não somente no sistema econômico, como também na base de recursos ambientais. Esse avançado estágio de detalhamento torna o TERM-BR um instrumento proficiente para avaliar os impactos regionais de choques, principalmente choques do lado da oferta, que podem ser intrínsecos de certa região ou setor.

De acordo com Horridge (2011) o TERM-BR corresponde a um modelo inter-regional, *bottom-up* e dinâmico–recursivo. Esse modelo foi elaborado notadamente a fim de trabalhar com dados regionais grandemente fragmentados e, simultaneamente, prover uma conclusão ligeira para as simulações.

O método *bottom-up* possibilita simulações de políticas que têm impactos de preço unicamente em uma região individual. As conclusões nacionais são acompanhadas

(determinadas) pelas conclusões regionais (HORRIDGE; ROKICKI, 2017). O TERM-BR possibilita a integração de regiões de acordo com o conteúdo de estudo. As demandas, os suprimentos, os preços e as quantidades são medidas para cada região isoladamente (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2014). Essas particularidades possibilitam a descrição das conclusões conforme as regiões de relevância para os formuladores de políticas.

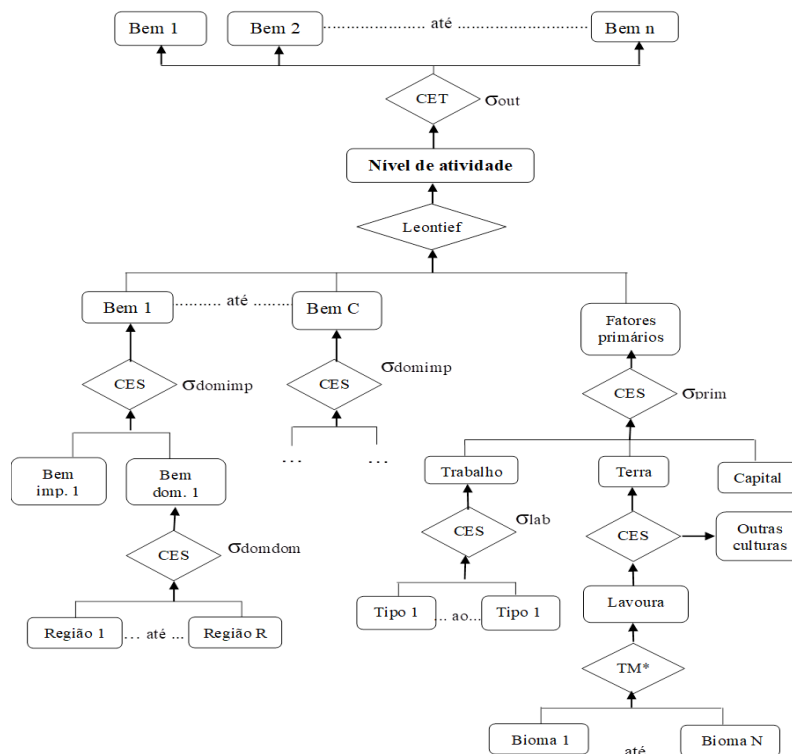
O TERM-BR retrata os seguintes métodos dinâmicos recursivos, que será a versão utilizada neste trabalho: (1) uma associação de estoque-fluxo entre investimento e estoque de capital, que se atribui a um período de maturidade de um ano; (2) uma associação positiva entre investimento e taxa de lucro; e (3) uma associação entre crescimento salarial e emprego regional, com oscilação na taxa de desemprego, ao menos no curto prazo (FERREIRA FILHO; RIBEIRA; HORRIDGE, 2015).

3.5 Estrutura de Produção do TERM-BR

A especificação teórica da estrutura de produção propicia, por dedução, que cada indústria fabrique diversos produtos utilizando como fatores, *commodities* domésticas ou importadas, trabalho de diversos tipos, capital e terra. Além do mais, as indústrias incidem no pagamento de impostos sobre a produção.

Conforme a estrutura de produção adaptada de Silva, Ruviaro e Ferreira Filho (2017), a tecnologia de produção do TERM-BR é constituída hierarquicamente por um sistema que está estruturado em quatro níveis diferentes, caracterizando a produção de vários bens e serviços na economia, identificando as etapas de otimização no processo produtivo das firmas, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Estrutura de produção do modelo TERM-BR.



Fonte: Adaptado de Silva, Ruviaro e Ferreira Filho (2017).

As firmas definem que quantia produzir de cada produto no primeiro nível da estrutura de produção, aderindo uma função com elasticidade de substituição constante (CET), que influencia a produção em prol de bens dos quais os preços relativos tenham ampliado (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

No nível seguinte, os produtos agrupados intermediários são estabelecidos com fatores primários por meio de uma função de produção de Leontief. Essa função coincide os elementos em proporções fixas, isto é, os fatores primários e outras matérias-primas completam o processo de produção de bens e serviços. No terceiro nível, o bem intermediário composto é fabricado mediante da agregação entre o bem doméstico e importado, ao passo que o fator primário composto é fabricado empregando uma função *Constant Elasticity Substitution* (CES). Nessa fase, os fatores de terra, capital e trabalho são igualmente combinados utilizando uma função CES, acompanhada por uma elasticidade de substituição σ_{prim} . O emprego de funções CES nesse nível de estrutura de produção acarreta na adoção do pressuposto de Armington, que realiza a diferenciação dos produtos de acordo com sua origem (HORRIDGE, 2011).

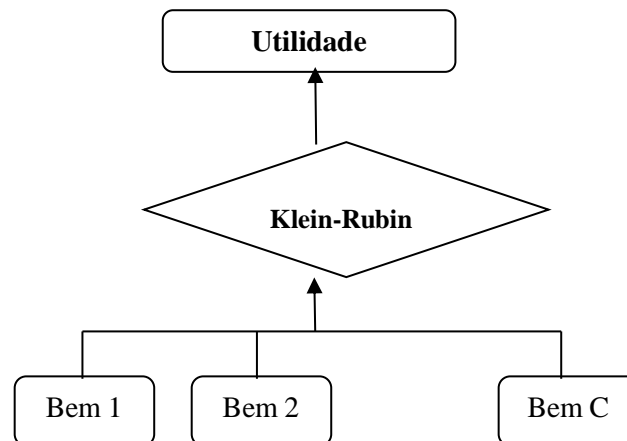
No último nível da estrutura de produção (na base), o elemento de trabalho é determinado através de uma função CES. Essa função estabelece distintos tipos de aptidões e

categorizam-nas conforme os salários regionais. Nessa fase, outros fatores também são retratados pelas funções da CES, que constituem a extensão de produtos domésticos de diversas regiões (SANTOS, 2006).

3.6 Estrutura de Demanda do TERM-BR

Conforme Horridge (2011) no modelo TERM-BR, há um agrupamento de famílias que caracterizam cada região, que usufruem de bens domésticos e bens importados. A abordagem da demanda doméstica é fundamentada em um sistema composto de preferências CES/Klein-Rubin – também conhecida como Stone-Geary -, segundo evidencia a Figura 2. Logo, a utilidade oriunda do consumo é maximizada conforme essa função de utilidade. A Klein-Rubin possibilita a decomposição de bens de luxo e de subsistência (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

Figura 2 - Estrutura da demanda das famílias no modelo TERM-BR.



Fonte: Adaptado de Horridge (2011).

Com base na maximização desta função utilidade é concebido um sistema de equações de demanda denominado sistema linear de dispêndio no qual a despesa com cada bem é descrito como uma função linear do dispêndio total e dos preços de todos os bens. Por construção, as equações que compõem esse sistema são homogêneas de grau zero em preços e renda (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

As exportações de cada região para o Resto do Mundo defrontam-se com uma demanda de elasticidade constante. As demandas de investimento são endógenas e as despesas do governo são exógenas (FERREIRA FILHO; SANTOS; LIMA, 2007).

3.7 Cenários e fechamento do modelo

- **Baseline (*business-as-usual*):** sendo 2005 o ponto de partida, para o qual se tem um retrato (base de dados) detalhado da economia brasileira construído com base na matriz insumo-produto para aquele ano. Contudo, essa base foi atualizada até o ano de 2018, utilizando-se informações macroeconômicas disponíveis que permitem uma representação fidedigna da economia brasileira no período 2005-2018.
- **Política:** esta simulação apresenta a mesma estrutura da anterior, isso, até o ano de 2021. No período 2021-2030, têm-se o início dos choques de aumento de imposto em 5%, na atividade mineradora do país inteiro. Os choques serão introduzidos a partir de 2021 e distribuídos ao decorrer do restante do horizonte de simulação.

O fechamento do modelo possui as seguintes características:

- A mudança salarial real impulsiona o movimento do trabalho entre regiões e atividades (mas não entre categorias de trabalho). A oferta total de mão-de-obra aumenta, segundo projeções oficiais do IBGE.
- O capital se acumula entre os períodos que seguem a regra de investimento dinâmico. Além disso, o estoque de capital é atualizado com base no novo preço do capital, ou seja, o preço no início do período.
- O consumo regional está ligado à renda salarial regional e ao consumo doméstico nacional. Além disso, a demanda regional de gastos do governo real segue a demanda regional real das famílias.
- O índice de preços do PIB nacional é escolhido como o preço numérico fixo. Outros preços devem, portanto, ser interpretados em relação ao índice de preços do PIB.
- A balança comercial nacional é uma porcentagem do PIB real. Assim, a longo prazo, essa conta é próxima de zero.
- As regiões do modelo estão apresentadas no apêndice e foram agregadas com a finalidade de facilitar a resolução do mesmo.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

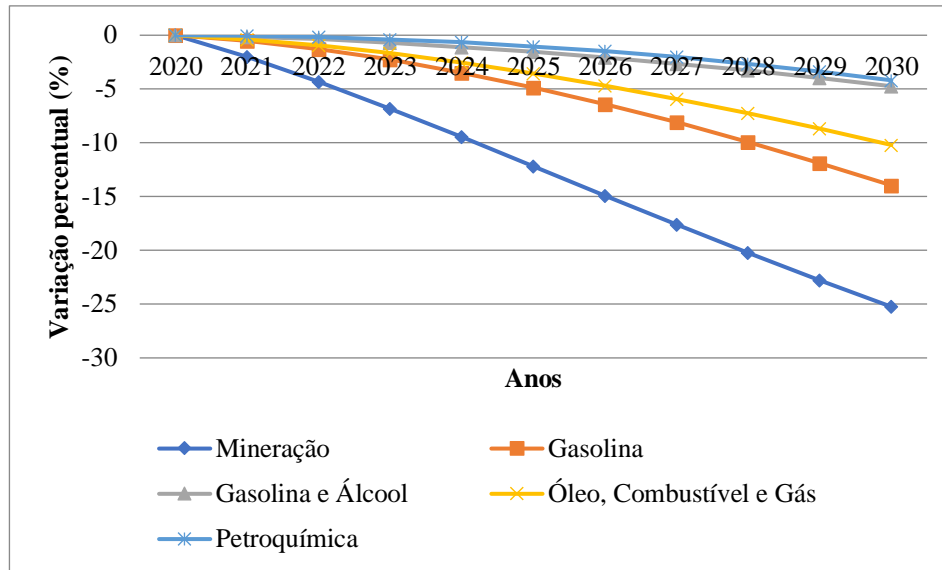
No presente trabalho foi simulada a introdução de um imposto *ad valorem* sobre a produção da atividade mineradora, o qual eleva os custos nessa e em atividades correlatas. No entanto, o imposto pode também ter um efeito positivo sobre a economia, pois eleva as receitas do governo e, assim, pode financiar novos gastos desse agente. *

Os resultados do modelo mostram a prevalência do primeiro efeito, o aumento dos custos de produção, sobretudo em setores chave da economia como: Mineração (43,37%), Gasolina (218,58%), Gasolina e Álcool (225,69%), Óleo e Combustível (222,24%), Petroquímicos (106,65%) e Metalúrgicos (32,59%). Sendo que, esses percentuais são desvios em relação ao cenário de referência, e também valores acumulados de 2005 a 2030. Esses setores fornecem insumos intermediários para outros, sendo assim, a elevação dos custos nessas atividades, desencadeada pela política, pode implicar no encarecimento da produção em diversos segmentos da economia, isso, em decorrência dos efeitos de encadeamento (ou transbordamento) entre essas atividades econômicas. Assim, o efeito esperado sobre esses setores é o de encarecimento dos custos de produção, perda de competitividade, menor demanda por fatores de produção e, conseqüentemente, redução da produção.

Com o aumento dos custos de produção do setor de mineração e de outras atividades que possuem forte ligação econômica com a primeira, há uma redução da quantidade produzida por esses setores: Mineração & combustíveis. Conforme é observado na figura 1.

Figura 1 – Produção dos principais setores da indústria básica nacional: desvios do cenário de referência, variação percentual acumulada até 2030.

* Os detalhamentos das informações apresentadas nesta seção estão contidos no anexo



Fonte: resultados da pesquisa.

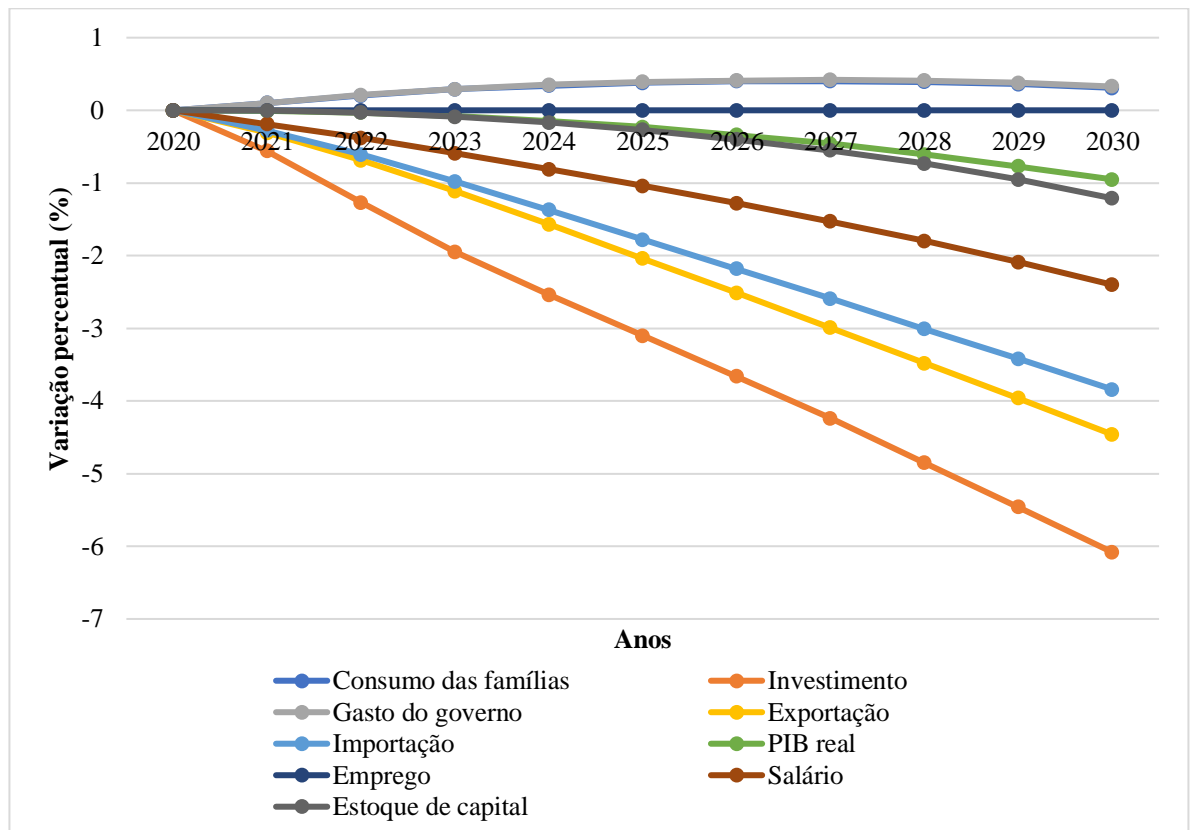
O aumento dos custos de produção também pode ser observado através do aumento dos preços da produção, sendo maiores destaque os setores de: Mineração (450,81%), Gasolina e Álcool (207,65%), Óleo, Combustível e Gás (201,99%), Gasolina (195,14%), e Petroquímica (92,83%). Sendo que, os valores percentuais estão acumulados em 2030. Assim, esses setores produzem menos e demandam menos fatores de produção.

Com o aumento dos custos, a taxa de retorno dessas atividades cai muito, o que pode fazer com que haja também, uma redução acumulada de 6,08% em 2030 do investimento. Logo, poderá haver uma queda acumulada de 1,21% em 2030 do estoque de capital nessas atividades.

Quanto ao contexto do mercado de trabalho, há uma menor demanda por mão-de-obra, o que pode fazer com que reduza os salários médios em 2,4% acumulados em 2030.

No contexto nacional, o encarecimento da produção de diversos setores da economia pode implicar na redução no dinamismo econômico. Isso, através de uma possível redução do nível de investimentos e, conseqüentemente, do estoque de capital, do PIB real, das importações e do salário real. No entanto, esse cenário de arrefecimento econômico só não se intensifica, devido ao crescimento do consumo das famílias, que é estimulado pelos gastos do governo. Esses podem crescer com base nos recursos provenientes do imposto, o qual amplia as receitas do governo. Nesse sentido, as perdas econômicas, decorrentes da política, são pouco pronunciadas, uma vez que o decréscimo observado nas principais variáveis macroeconômicas é amortecido pelos estímulos positivos provenientes da demanda, os quais têm como origem o crescimento das receitas e despesas do governo. Essa conjuntura pode ser observada pela Figura 2.

Figura 2 – Principais variáveis macroeconômicas, em relação ao cenário de referência, variação percentual acumulada em 2030.



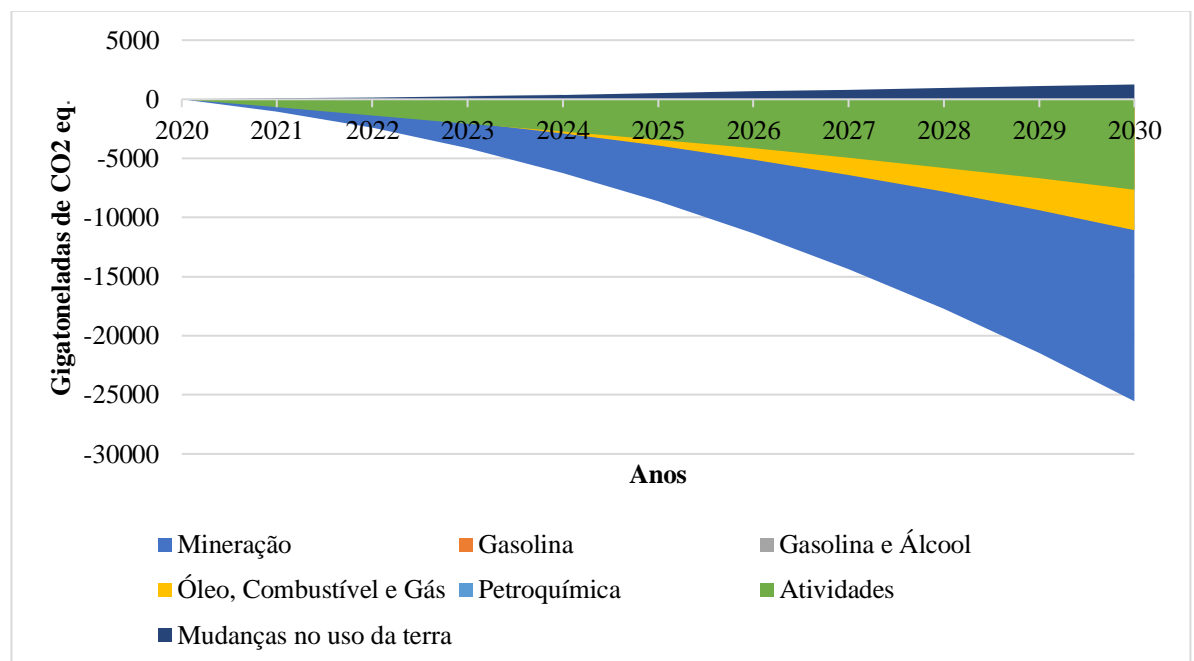
Fonte: resultados da pesquisa.

Dessa forma, o governo pode ser o grande beneficiado pela política ao ter suas receitas aumentadas pelo novo imposto. Esse permite o crescimento dos gastos públicos e privados, conforme definido no fechamento do modelo, o que confere mais dinamismo à economia. Assim, um possível estímulo à demanda, devido ao crescimento do consumo agregado, pode pressionar os preços, mas também, fomentar a produção. Esse resultado amortece os efeitos negativos ocasionados pelos aumentos dos custos de produção, principalmente nas indústrias que servem de base para outros setores produtivos. Com isso, as perdas econômicas, no contexto nacional, podem ser pouco expressivas, o que permite o questionamento se a sociedade estará disposta a arcar com esses custos. Isso, porque tais perdas econômicas, regionalmente, podem ser mais intensas, uma vez que a atividade mineradora e indústrias correlatas possuem uma participação na matriz econômica em determinadas regiões.

Por fim, cabe destacar outro resultado importante que pode ser desencadeado pela política – a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). O aumento dos custos na

mineração e, conseqüentemente, de insumos básicos à produção, como combustíveis, pode reduzir a produção de algumas indústrias, como a de mineração; gasolina; gasolina e álcool; óleo, combustível e gás; petroquímica; e de atividades, e assim, reduzir as emissões de GEE nessas atividades. No setor de combustíveis, onde também pode haver uma redução das emissões, essa, pode ser atribuída ao encarecimento do produto e ao menor dinamismo econômico do país. Esse contexto é exibido na Figura 3.

Figura 3 – Emissões de gases de efeitos estufa por fontes de emissões: desvios do cenário de referência, em giga toneladas de CO₂ equivalentes, acumulados até 2030.



Fonte: Resultados da pesquisa.

No entanto, vale destacar a possibilidade do crescimento das emissões associadas às mudanças do uso da terra e florestas. Essas, por sua vez, podem ser atribuídas ao aumento do consumo das famílias e do governo, que pode, por exemplo, aumentar o consumo de alimentos e, com isso, estimular a demanda por produtos agropecuários. O estímulo à demanda pode se reverter em aumento da produção e, conseqüentemente, em mais GEE emitidos.

5. DISCUSSÕES

Diante do panorama dos desastres envolvendo o setor de mineração do Brasil, fica claro que há premência de ações a fim de reparar os danos causados ao meio ambiente, a economia e a sociedade. É nesse sentido, que o presente trabalho tem como parte de seu objetivo a introdução de um novo imposto sobre a atividade mineradora do país, como forma de compensar as externalidades negativas que os acidentes desse setor causam. Porém, há a indispensabilidade da execução de novas práticas eficazes por parte do poder público, que em conjunto com as mineradoras, venham a mitigar esses desastres do setor no Brasil.

É nessa lógica, que após o aumento do número de acidentes do setor minerário no Brasil, o governo brasileiro vem buscando medidas para que esses impasses sejam elucidados, e assim consiga estruturar a atividade do setor de forma que não venham impor mais riscos as populações locais, de modo que diminua esses impactos. Desse modo, após o último acidente com barragens de mineração, o poder público determinou a cobrança de indenizações coletivas e individuais. Essa atitude visa em penalizar o agente causador, para que o próprio não venha a executar novamente o ato, lesar e gerar prejuízos ao meio ambiente, logo, a empresa deve recompor os danos materiais e morais causados (JÚNIOR; PAIVA, 2019).

Assim, foi selado no Tribunal de Justiça de Minas Gerais, um extenso acordo que abrange todo o procedimento de restauração dos danos. Ficou definido que a mineradora Vale, responsável pelo rompimento da barragem de Brumadinho, deverá pagar ao menos R\$ 37,68 bilhões, que antevê o custeamento de várias ações de caráter reparatório e compensatório dos danos coletivos. Já as indenizações individuais e trabalhistas deverão ser pagas aos impactados e estão sendo debatidas em outros processos até então (RODRIGUES, 2021).

Ainda, como forma de ampliar a responsabilização de organizações adeptas a construções de barragens, e elevar a proteção das comunidades que vivem nas proximidades, a Câmara dos Deputados ratificou, após um ano da tragédia de Brumadinho, quatro projetos de lei sobre a questão, que visam em prol do endurecimento da legislação sobre a mineração, construção de barragens e direitos das comunidades impactadas (VILELA, 2020).

O primeiro projeto, que foi deferido em junho de 2019, veio a caracterizar na legislação o crime de ecocídio, determinado como gerar desastre ecológico por contaminação ou rompimento de barragens. Segundo o projeto, o crime sucede quando as pessoas, isso engloba de modo direto os dirigentes das organizações, derem causa ao desastre ambiental

com devastação significativa da flora ou mortandade de animais. É previsto pena de reclusão de 4 a 12 anos, quando for julgado doloso (com intenção), e de 1 a 3 anos, se for delito culposo (sem intenção) (VILELA, 2020).

Segundo o mesmo autor, o direito dos impactados também foi um projeto ratificado em junho de 2019, que instaura a Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB), enumerando os direitos desses indivíduos. A proposta define, por exemplo, que as empresas mineradoras precisarão custear um programa de direito desses cidadãos.

Além disso, a Câmara sancionou um projeto que reestrutura o Estatuto de Proteção e Defesa Civil, impondo as mineradoras a agregarem o estudo de perigo ao projeto antes de inseri-lo, integrando a formação de plano de contingência para atividades com risco de acidente ou desastre, execução de testes periódicos com os cidadãos em risco e garantia de recursos vitais à seguridade da empresa e à recuperação de danos à vida humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público em ocorrência de desastre ou acidente, bem como a emissão de licença que também fica vinculada ao assentimento desse plano de contingência (VILELA, 2020).

Por fim, segundo Vilela (2020), há ainda uma proposição legislativa que aguarda aprovação do Senado, que modifica o regulamento da Política Nacional de Barragens e do Código de Mineração para tornar mais seguros os empreendimentos minerários. Também eleva o custo das multas, e especifica os deveres dos empreendedores, inclusive na coibição da barragem a montante, que é o mesmo modelo que causou tanto o desastre de Brumadinho, em 2019, quanto o de Mariana, em 2015. Conforme o projeto, as atuais mineradoras terão o prazo de três anos para desativar as barragens a montante. As mineradoras precisarão remover todo o material disposto no reservatório e na estrutura, sendo o espaço destinado a outra função.

Portanto, nota-se que o poder público está diligenciando para garantir a efetividade do Direito Ambiental em face dos recursos ambientais e na segurança contra acidentes do setor minerador. Porém, o Brasil ainda não conta com uma legislação mais rigorosa para precaver que novos acidentes no setor de mineração, ocorram. Visto que, a legislação brasileira ainda é flexível com as mineradoras e com a defesa do meio ambiente, logo, cabe à necessidade de novas discussões sobre o tema.

É nesse sentido, que este trabalho buscou simular a aplicação de um imposto sob a atividade mineradora. A tributação é considerada um instrumento econômico por excelência, e sua utilização com caráter extrafiscal para políticas públicas é defendida pela comunidade

científica e política. Esse imposto agrega regras que concernem ao princípio do poluidor-pagador, que retrata duas características essenciais, que são: o caráter repressivo, que depois de sucedido o prejuízo, alveja a sua restauração; e o caráter preventivo, que é aquele que procura impedir que danos ambientais venham ocorrer (MONTEIRO, 2015).

Ainda, é importante destacar que a simulação desse imposto sobre o setor de mineração não gera perdas significativas para o restante do país, considerando os desencadeamentos sobre os outros setores da economia, advindos pelo aumento do gasto do governo provenientes do recurso do imposto aplicado. Tendo em vista também, que o PIB em 2030 tem valor acumulado de -0.95%, bem como o consumo que se manteve positivo e o emprego constante, assim, não houve perda de dinamismo econômico tão impactante que venha impedir que uma política como esta seja introduzida. Logo, o imposto simulado é uma alternativa eficiente, dado que sua aplicação seria disposta em benefício da reparação dos danos causados pelas tragédias do setor minerador, além de ser capaz de investir em novas tecnologias, bem como em outros setores econômicos e auxiliar a sociedade afetada pelos acidentes.

Então, fica claro que a introdução do imposto é uma alternativa eficiente, tanto pela sua facilidade, como pela sua eficiência, sendo assim uma opção factível a ser realizada. Porém, existem outras possibilidades disponíveis que o poder público poderia utilizar, logo, o mesmo deveria realizar um mix de políticas, como por exemplo: investimentos em tecnologia para adoção de novas práticas; investimentos no tratamento dos rejeitos; fortalecimento das agências de fiscalização; e continuar com o desenvolvimento de uma legislação mais moderna para lidar com o setor minerador, que tem impacto tão grande na economia, na sociedade e sobre os recursos naturais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se iniciou a presente pesquisa, constatou-se que o setor de mineração vinha sendo um grande causador de externalidades negativas, impactando assim, o meio ambiente, a sociedade e a economia. Dessa forma, o trabalho teve como missão a geração de uma nova solução para mitigar as externalidades causadas pelos desastres envolvendo a atividade mineradora. Assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar os impactos ambientais e econômicos da imposição de um novo imposto sobre a atividade mineradora brasileira. A introdução de um novo imposto está pautada nos debates sobre o aumento da tributação de atividades poluidoras. Logo, onerando-se tais atividades e destinando-se as receitas obtidas em ações de preservação dos recursos naturais das economias locais.

Com isso, decidiu-se utilizar o EGC como metodologia. Assim, foi aplicado um choque de aumento de 5% do imposto sobre a atividade mineradora nacional, de 2021 a 2030. O resultado pode ser dividido em dois blocos principais: pelo aumento do custo de produção no setor minerário e setores correlatos e também um efeito positivo sobre a economia, pois eleva as receitas do governo e, esse, pode financiar novos gastos sobre outros setores do país. O primeiro efeito prevaleceu, mas foi inexpressivo, o que levanta questionamentos se é viável ou não a implementação da política de aumento dos impostos na atividade mineradora nacional, visto que, algumas regiões podem ter perdas mais intensas que outras.

Desse modo, novas medidas por parte do poder público vêm sendo discutidas atualmente a fim de reparar os danos causados pelos desastres envolvendo o setor de mineração. Assim sendo, o poder público determinou cobranças de indenizações coletivas e individuais, a fim de penalizar o agente causador, para que o mesmo não venha a executar novamente o ato. Além disso, a Câmara dos Deputados aprovou quatro projetos de lei sobre a questão, que visam em prol do endurecimento da legislação sobre a mineração, construção de barragens e direitos das comunidades impactadas.

Mesmo diante das condutas tomadas por parte do poder público, o Brasil não conta com uma legislação rigorosa para que previna novos acidentes no setor de mineração. É nesse sentido, que o presente trabalho foi realizado, com a adoção de um instrumento econômico como o imposto seja aplicado sob a atividade mineradora.

Por fim, pode-se dizer que o trabalho contribuiu com a questão ambiental, econômica e social no Brasil, buscando alternativas para evitar que novos acidentes como os citados ocorram. No entanto, ainda há espaço para novos trabalhos que analisem o que a legislação e as agências de regulação avançaram em termos de gestão do setor minerário. Ainda, cabem

maiores análises dos impactos desses desastres, uma vez que eles ainda estão correndo na justiça, logo, ainda há possibilidade para realização de exercício de análise comparativa com outros países com legislações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Raquel. **Tragédia ocorre em momento de crise na mineração**. 2017. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/unicamp/index.php/ju/noticias/2017/12/12/tragedia-ocorre-em-momento-de-crise-na-mineracao>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

ANA, Agência Nacional de Águas. Encarte Especial Sobre a Bacia do Rio Doce-Rompimento da Barragem em Mariana MG. (Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos - SPR/Ministério de Meio Ambiente, Brasília DF, 2016).

Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G., & Pastorelli, C. (1996). Mechanisms of moral disengagement in the exercise of moral agency. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71(2), 364-374. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.71.2.364>

BARBOSA, Catarina. **Justiça e Ibama punem mineradora Hydro por danos ambientais em Barcarena**. 2018. Disponível em: <amazoniareal.com.br/justica-e-ibama-punem-mineradora-hydro-por-danos-ambientais-em-barcarena/> Acesso em: 8 fev. 2021.

BARBOSA, Honório. **Laudo confirma que empresa de mineração contaminou Rio Poti**. 2019. Disponível em: <diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/laudo-confirma-que-empresa-de-mineracao-contaminou-o-rio-poti-1.2095142>. Acesso em: 8 fev. 2021.

BECHERA, Erika. **O Direito Ambiental pode ajudar a evitar e a lidar com tragédias como as de Brumadinho e Mariana?** 2019. Disponível em: <blog.saraivaaprova.com.br/o-direito-ambiental-pode-ajudar-a-evitar-e-a-lidar-com-tragedias-como-a-de-brumadinho-e-mariana/>. Acesso em: 23 jun. 2020.

BIAZON, T. **O desastre ambiental**: Cientistas analisam os impactos ambientais, entre os quais os resultantes da devastação de ecossistemas. 2018. Disponível em: <[/unicamp/ju/noticias/2018/09/12/o-desastre-ambiental](https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2018/09/12/o-desastre-ambiental)>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. **Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. In: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Minas Gerais, 2015. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf. Acesso em: 10 de nov. 2019.

BOWKER, L. N.; CHAMBERS, D. M. The risk, public liability & economics of tailings storage facility failures. p. 1-62, 2015.

CASTRO JÚNIOR, Maurício Moreira de; PAIVA, Francisca Juliana Castello Branco de. **A negligência do poder público diante do impacto ambiental na atividade laboral: Da barragem do feijão em Minas gerais.** 2019. Disponível em: <ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/a-negligencia-do-poder-publico-diante-do-impacto-ambiental-na-atividade-laboral-da-barragem-do-feijao-em-minas-gerais/>. Acesso em: 23 jun. 2020.

CERQUEIRA, Wagner de. Minas Gerais. 2016. Disponível em: <munodoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/minas-gerais/>. Acesso em: 17 nov. 2019.

COSTA, H. A. da. Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão no município de Mariana – MG na perspectiva da mídia nacional. 2016. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

Davies, M.; Martin, T.. “Mining market cycles and tailings dam incidents”. In: 13th International Conference on Tailings and Mine Waste, Banff, AB, 2009.

Embrapa, Avaliação dos impactos causados ao solo pelo rompimento de barragem de rejeito de mineração em Mariana, MG: Apoio ao plano de recuperação agropecuária (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2015).

ETTERN, & FASE. (2011). Projeto Avaliação de Equidade Ambiental como instrumento de democratização dos procedimentos de avaliação de impacto de projetos desenvolvimento. Relatório Síntese (PP. 176). Rio de Janeiro.

FERNANDES, Leonardo. **Barcarena: há um ano, mais uma tragédia marcava a mineração no Brasil:** Vazamento em barragem de rejeitos da empresa Hydro Alunorte provoca contaminação e doenças em cidades do Pará. 2019. Disponível em: <brasildefato.com.br/2019/02/17/Barcarena-ha-um-ano-mais-uma-tragedia-marcava-a-mineracao-no-brasil/>. Acesso em: 17 fev. 2021.

FOCHEZATTO, Adelar. **Modelos de equilíbrio geral aplicados na análise de políticas fiscais: Uma revisão de literatura.** 2006. Disponível em: <researchgate.net/publication/279497370_Modelos_de_equilibrio_geral_aplicados_na_analise_de_politicas_fiscais_uma_revisao_da_literatura/>. Acesso em: 16 mai. 2020

FREITAS, Carlos Machado de; SILVA, Mariano Andrade da, MENEZES, Fernanda Carvalho de. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Cienc. Cult.** São Paulo , v.68, n.3, p. 25-30, set. 2016. Disponível em <HTTP://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300010&lng=en&nrm=iso>. acesso em 17 Nov. 2019.

FUNTOWICZ, S.; De MARCHI, B.. “Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad”, In: Enrique Leff. *La complejidad ambiental*. Cidade do México: PNUMA e Siglo Veintiuno, 54-84, 2000.

GOMES, M. A. DA S.; REIS, H. C. DOS; CAVALCANTI, C. L. **Planejamento de lavra na S. A. Mineração da Trindade - Samitri**. Belo Horizonte: [s.n.].

ICM-BIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- Ofício nº 22/2016-GABIN/PRESI/ICMBio (Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2016) http://www.mpf.mp.br/es/sala-de-imprensa/docs/doc-3_20160036149-1-ibama.pdf/view

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf. Acesso em: 10 nov. 2019.

LACAZ, Francisco Antonio de Castro; PORTO, Marcelo Firpo de Sousa; PINHEIRO, Tarcísio Márcio Magalhães. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Rev. bras. saúde ocup.**, São Paulo , v. 42, e9, 2017 . Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0303-76572017000100302&lng=en&nrm=iso. Acesso em 17 Nov. 2019.

LEMOS, Marcus Vinicius Polignano; SILVA, Rodrigo. **Rompimento da barragem da Vale em Brumadinho: impactos socioambientais na Bacia do Rio Paraopeba**. 2020. Disponível em: cienciaecultura.bvs.br/SciELO.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252020000200011. Acesso em: 8 fev. 2021.

LONGO, Carlos Alberto. ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

MANKIW, Gregory N. Introdução a Economia. 1. Ed. 3. reimpr. Thomson Learning: São Paulo, 2007.

MOURA, Luiz Antonio Adballa. Economia Ambiental: gestão de custos e

Matos R.. "A tragédia do rio Doce a lama, o povo e a água". Universidade Federal de Minas Gerais; Universidade Federal de Juiz de Fora. Belo Horizonte, 2016.

MEDEIROS, Cintia Rodrigues de Oliveira; SILVEIRA, Rafael Alcadipani da; OLIVEIRA, Luciano Batista de. Mitos no Desengajamento Moral: Retóricas da Samarco em um Crime Corporativo. **Rev. adm. contemp.**, Curitiba , v. 22, n. 1, p. 70-91, Feb. 2018 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-6552018000100070&lng=en&nrm=iso. Acesso em 17 Nov. 2019.

MILARÉ, Édís. Direito do Ambiente: doutrina, prática, jurisprudência e glossário. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. São Paulo: RT, 2009.

NACIONAL MAM. **Quiterianópolis é o novo “Brumadinho” no Ceará.** 2019. Disponível em: <mamnacional.org.br/2019/02/17/quiterianopolis-e-o-novo-brumadinho-no-ceara/>. Acesso em: 17 fev. 2021.

PINHEIRO, J. C. DE F. A mineração brasileira de ferro e a reestruturação do setor siderúrgico. **Campinas, Instituto de Geociências/Unicamp (Tese de Doutorado)**, 2000

PoEMAS. Antes fosse mais leve a carga: avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG). Mimeo. 2015.

RAMOS, Amanda Amorim. O caso de estudo “Samarco”. Os impactos ambientais, econômicos e sociais, relativos ao desastre de Mariana. 2017. Disponível em: <periodicos.unisanta.br>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SANTOS, Cárilton Vieira dos. **Política tributária, nível de atividade econômica e bem-estar: lições de um modelo de equilíbrio geral inter-regional.** 2006. 140 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **Rompimento da barragem em Brumadinho.** 2020. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/rompimento-barragem-brumadinho.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana-Governo de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016

STIGLITZ, J. E. Economics of the Public Sector. 3ª ed. New York: W. W. Norton & Company, 2000.

SOARES, Emília Salgado. Externalidades negativas e seus impactos no mercado. São Paulo: EAESP/FGV, 1999. 90 p (Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação da EAESP/ FGV, Área de Concentração: Planejamento e Finanças Públicas).

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. Economia Ambiental: fundamentos, políticas e aplicações. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

VARIAN, H. R. (2000) Microeconomia: princípios básicos. Rio de Janeiro: Campus. Tradução da 5ª. Edição americana.

VILLANI, A. et al. Contribuições da Psicanálise para uma Metodologia de Pesquisa em Educação em Ciências. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Orgs.). A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Ed. Unijuí, p.4-32, 2006.

WANDERLEY, Luiz Jardim et al . Desastre da Samarco/Vale/BHP no Vale do Rio Doce: aspectos econômicos , políticos e socio ambientais. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 68, n. 3, p. 30-35, set. 2016. Disponível em <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300011&lng=pt&nrm=iso>. acesso em 17 nov. 2019. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000300011>.

WEDY, Gabriel. O rompimento da barragem de Brumadinho e a Justiça ambiental. 2019. Disponível em: <conjur.com.br/2019-jan-26/ambiente-juridico-tragedia-brumadinho-justica-ambiental>. Acesso em: 20 jun. 2020.

APÊNDICE

ANEXO A – PRINCIPAIS ELEMENTOS DO TERM-BR

Tabela A.1 – 36 produtos (ou commodities)

Produtos (ou Commodities)	Produtos (Ou Commodities)
1 Arroz em Casca	19 Laticínios
2 Milho em Grão	20 Arroz beneficiado e Produtos Derivados
3 Trigo em Grão e Outros Cereais	21 Usinagem e Refino de Açúcar
4 Cana de Açúcar	22 Café Processado
5 Soja em Grão	23 Outros Produtos Alimentares
6 Outros Produtos e Serviços da Lavoura	24 Têxteis, Vestuário e Calçados
7 Mandioca	25 Celulose, Papel e Gráfica
8 Fumo em Folha	26 Gasolina
9 Algodão Herbáceo	27 Gaso-álcool
10 Frutas Cítricas	28 Álcool
11 Café em Grão	29 Óleos Combustíveis e Gás
12 Produtos da Expl. Florestal e da Silvicultura	30 Petroquímicos
13 Bovinos, Suínos e Aves	31 Outros Manufaturados
14 Leite de Vaca e de Outros Animais	32 Automóveis, Caminhões e Ônibus
15 Suínos, Aves, Ovos de Galinha e Pesca	33 Metalúrgicos
16 Mineração	34 Comércio
17 Carnes	35 Transporte
18 Óleos	36 Serviços

Tabela A.2 – 15 regiões

Regiões
1 Rondônia
2 Amazonas
3 Pará e Tocantins
4 Maranhão e Piauí
5 Pernambuco e Alagoas
6 Bahia
7 Resto do Nordeste
8 Minas Gerais
9 Rio de Janeiro e Espírito Santo
10 São Paulo
11 Paraná
12 Santa Catarina e Rio Grande do Sul
13 Mato Grosso do Sul
14 Mato Grosso
15 Central

ANEXO B – VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO

Tabela B.1 – Preço do Custo de Produção (em variação %)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Arroz em Casca	0	2,65	5,71	9,29	13,3	17,6	22,05	26,58	31,13	35,63	40,02
Milho em Grão	0	1,25	2,62	4,16	5,82	7,54	9,26	10,95	12,6	14,22	15,79
Trigo em Grão e Outros Cereais	0	0,87	1,88	3,11	4,54	6,12	7,75	9,36	10,89	12,32	13,62
Cana de Açúcar	0	0,16	0,38	0,72	1,17	1,71	2,28	2,83	3,31	3,68	3,92
Soja em Grão	0	0,03	0,1	0,27	0,56	0,93	1,32	1,69	1,99	2,23	2,38
Outros Produtos e Serviços da Lavoura	0	0,7	1,48	2,41	3,5	4,67	5,86	7,04	8,18	9,28	10,31
Mandioca	0	1,8	3,61	5,4	6,98	8,48	10,59	13,51	16,74	19,8	22,47
Fumo em Folha	0	0,1	0,36	0,83	1,51	2,33	3,23	4,15	5,02	5,8	6,47
Algodão Herbáceo	0	0,74	1,56	2,53	3,65	4,9	6,21	7,52	8,77	9,92	10,96
Frutas Cítricas	0	0,95	1,91	2,97	4,13	5,34	6,57	7,76	8,87	9,87	10,76
Café em Grão	0	0,36	0,79	1,35	2,03	2,81	3,62	4,41	5,14	5,78	6,31
Produtos da Expl. Florestal e da Silvicultura	0	0,53	1,11	1,85	2,75	3,73	4,72	5,7	6,67	7,64	8,61
Bovinos, Suínos e Aves	0	0,98	2,01	3,12	4,29	5,44	6,55	7,59	8,55	9,45	10,27
Leite de Vaca e de Outros Animais	0	0,93	1,92	2,99	4,11	5,22	6,27	7,27	8,19	9,04	9,83
Suínos, Aves, Ovos e Pesca	0	1,36	2,91	4,63	6,46	8,3	10,07	11,7	13,16	14,43	15,51
Mineração	0	2,17	4,76	7,95	11,73	16,03	20,76	25,88	31,35	37,18	43,37
Carnes	0	1,63	3,2	4,77	6,33	7,83	9,2	10,46	11,63	12,76	13,86
Óleos	0	1,77	3,47	5,19	6,91	8,57	10,1	11,52	12,86	14,15	15,43
Laticínios	0	1,73	3,38	5,04	6,69	8,27	9,72	11,06	12,31	13,51	14,69
Arroz beneficiado e Produtos Derivados	0	1,54	3,02	4,51	5,99	7,41	8,71	9,91	11,01	12,04	13,04
Usinagem e Refino de Açúcar	0	1,65	3,23	4,83	6,43	7,96	9,38	10,69	11,92	13,12	14,31
Café Processado	0	1,64	3,21	4,79	6,36	7,87	9,26	10,55	11,74	12,9	14,04
Outros Produtos Alimentares	0	1,62	3,17	4,73	6,27	7,73	9,08	10,32	11,47	12,57	13,66
Têxteis, Vestuário e Calçados	0	0,07	0,15	0,2	0,21	0,18	0,07	-0,16	-0,54	-1,09	-1,83

Celulose, Papel e Gráfica	0	0,04	0,11	0,22	0,36	0,5	0,59	0,61	0,54	0,4	0,19
Gasolina	0	12,91	27,66	44,81	64,21	85,56	108,65	133,4	159,9	188,25	218,58
Gasó-álcool	0	13,29	28,48	46,15	66,18	88,25	112,11	137,71	165,08	194,37	225,69
Álcool	0	0,8	1,4	1,84	2,1	2,16	2,01	1,67	1,25	0,81	0,35
Óleos Combustíveis e Gás	0	13,12	28,12	45,55	65,27	86,98	110,44	135,61	162,55	191,39	222,24
Petroquímicos	0	6,13	13,12	21,33	30,73	41,16	52,5	64,7	77,77	91,74	106,65
Outros Manufaturados	0	0,66	1,4	2,36	3,58	5,02	6,63	8,38	10,23	12,16	14,15
Automóveis, Caminhões e Ônibus	0	-0,1	-0,24	-0,24	-0,02	0,4	0,97	1,65	2,37	3,06	3,7
Metalúrgicos	0	1,66	3,48	5,69	8,35	11,47	15,01	18,94	23,21	27,77	32,59
Comércio	0	-1,26	-2,52	-3,88	-5,34	-6,89	-8,54	-10,31	-12,23	-14,34	-16,65
Transporte	0	0,23	0,7	1,46	2,52	3,84	5,38	7,1	8,98	10,98	13,07
Serviços	0	-1,14	-2,28	-3,49	-4,79	-6,17	-7,62	-9,17	-10,84	-12,65	-14,63

Fonte: resultados da pesquisa

Tabela B.2 – Produção Industrial por Regiões (em variação %)

	RO	AM	PA e TO	MA e PI	PE e AL	BA	Resto do NE	MG	RJ e ES	SP	PR	SC e RS	MS	MT	Central
Arroz em Casca	1,7	1,4	0,92	0,32	1,8	-2	-0,04	-2	-2,17	-0	-0	0,74	-1	-0	-1,76
Milho em Grão	3,4	14	3,87	2,67	2,12	4	2,8	4	3,82	3	2,9	2,59	2	1,6	3,65
Trigo em Grão e Outros Cereais	9,6	16	12,99	9,14	4,24	8,8	9,71	4,7	5,41	2	5,6	4,64	6	6	8,48
Cana de Açúcar	1,8	9,5	0,65	3,54	2,38	6,3	3,89	5,9	8,87	3	1	-1,47	0,1	-0	2,29
Soja em Grão	8	11	11,93	9,75	2,8	5,5	4,32	4,7	1,62	2	2,1	4,17	4,6	3,2	5,44
Outros Produtos e Serviços da Lavoura	0,9	5,8	4,16	1,88	0,78	2,7	2,54	1,3	2,41	1	0,8	1,8	1,5	0,5	2,43
Mandioca	3,1	8	3,21	3,28	0,5	-0	0,11	-1	-1,34	-1	-0	0,7	0,2	-0	0,51
Fumo em Folha	5,1	13	7,21	7,26	1,78	3	2,88	4,8	2,72	2	1,1	2,22	3,1	2,2	4,42
Algodão Herbáceo	4,5	11	6,26	6,24	2,27	4,7	3,62	1,2	3,9	2	-0	1,78	2,5	1,3	5,01
Frutas Cítricas	3,9	8,4	3,03	5,96	2,31	2,9	3,35	2,8	1,68	2	1,3	2,81	2,8	1,6	3,54
Café em Grão	7,2	14	7,69	10,19	3,56	6,2	6,52	5,5	4,5	3	2,9	3,83	4,2	2,7	5,27
Produtos da Expl. Florestal e da Silvicultura	0,8	3,4	2,71	1,47	1,48	5,6	1,94	3	4,94	2	0,8	0,61	1,8	-0	1,14
Bovinos, Suínos e Aves	0,8	2,9	1,42	1,33	1	1,8	1,19	0,9	1,93	1	-0	0,11	0,5	0,4	0,33
Leite de Vaca e de Outros Animais	2,1	4,8	2,53	1,88	1,89	3	2,54	3,1	5,04	3	1,9	1,64	1,3	1,1	1,48
Suínos, Aves, Ovos e Pesca	-2	9,3	2,22	1,73	2,12	4,1	1,86	2,4	3,46	5	1,8	1,51	0,8	0,3	1,65
Mineração	-27	-25	-28,56	-29,82	-34,96	-23	-24,83	-25	-24,61	-30	-31	-36,79	-25	-32	-32,74
Carnes	0,9	1,9	2,44	2,35	1,04	3,7	2,91	2,2	5,7	4	3	2,8	0	-0	1,14
Óleos	4,6	9,4	5,17	4,31	3,41	7,1	5,57	5,9	6,76	4	4,4	3,89	2,6	2,4	2,4
Laticínios	1	2	1,62	1,7	0,81	2,8	2,79	1,9	5,52	2	1,1	1,26	-0	-1	0,79
Arroz beneficiado e Produtos Derivados	0,2	2,4	1,4	1,62	0,25	3,3	2,86	2,5	4,47	1	-1	2,84	-1	-1	0,45
Usinagem e Refino de Açúcar	1,9	6	3,54	3,58	6,6	4,6	5,36	4,4	11,06	7	3,8	1,74	3,1	0,8	1,81
Café Processado	0,5	1,8	2,1	1,46	0,45	2,3	1,93	2,2	3,69	2	0,4	-0,1	-1	-1	0,35
Outros Produtos Alimentares	1,2	2,6	2,16	1,76	1,27	3,5	2,83	2,5	5,09	2	1,1	1,05	0,1	-0	1,02
Têxteis, Vestuário e Calçados	0,3	5,8	0,47	1,79	0,01	1,8	2,61	2,7	7,35	1	-0	-0,99	-0	-0	1,88
Celulose, Papel e Gráfica	2,1	5,7	6,82	3,83	1,67	5,4	5,23	6,3	15,66	3	1,6	1,93	1,2	0,4	2,33

Gasolina	-22	-21	-0,54	2,97	-16,31	-20	-12,49	-10	-13,16	-14	-12	-10,75	-18	-15	-13,89
Gaso-álcool	-9	-6,9	2,99	6,53	-6,38	-7	-5,95	-6	-4,17	-4	-5	-5,1	-7	-8	-9,6
Álcool	0,5	3,2	0,79	1,12	0,59	2,1	0,71	3,4	2,29	2	0,2	-0,37	0,3	0,1	1,61
Óleos Combustíveis e Gás	-12	-10	-0,39	3,53	-11,63	-15	-11,25	-9	-9,59	-10	-8	-7,81	-10	-11	-13,86
Petroquímicos	14	9,1	2,68	1,42	7,86	-8	-8,38	-5	-5,3	-6	-17	3,42	-20	-11	1,18
Outros Manufaturados	-1	0,6	0,74	-0,3	-2,53	-1	-0,83	-1	2,4	-1	-2	-2,34	-3	-4	-2,43
Automóveis, Caminhões e Ônibus	-5	-3,7	-5,32	-5,76	-5,93	-1	-3,28	-2	-2,39	-3	-3	-3,23	-5	-7	-2,08
Metalúrgicos	-4	-0,1	-1,76	-1,33	-2,84	-4	-2,96	-3	0,38	-2	-2	-3,69	-5	-3	-2,24
Comércio	0,1	-0,7	-0,85	-1,29	0,31	-4	-1,36	-2	-3,57	-1	-0	0,33	0,2	0,1	-0,56
Transporte	-2	-1,8	-4,63	-7,99	-0,68	-3	-3,39	-3	-5,08	-2	-2	-0,61	-1	-2	-1,2
Serviços	-0	0	0,5	0,28	-0,39	0,2	0,81	0,3	1,83	-0	-0	-0,1	-0	-1	-0,23

Fonte: resultados da pesquisa

Nota: RO (Rondônia), AM (Amazonas), PA e TO (Pará e Tocantins), MA e PI (Maranhão e Piauí), PE e AL (Pernambuco e Alagoas), BA (Bahia), Resto do NE (Resto do Nordeste), MG (Minas Gerais), RJ e ES (Rio de Janeiro e Espírito Santo), SP (São Paulo), PR (Paraná), SC E RS (Santa Catarina e Rio Grande do Sul), MS (Mato Grosso do Sul), MT (Mato Grosso).

Tabela B.3 – Produção Industrial Nacional (em variação %)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Arroz em Casca	0	0,02	0,05	0,09	0,15	0,21	0,29	0,36	0,44	0,5	0,57
Milho em Grão	0	0,13	0,31	0,55	0,84	1,19	1,57	1,97	2,37	2,76	3,14
Trigo em Grão e Outros Cereais	0	0,1	0,23	0,44	0,74	1,18	1,76	2,49	3,33	4,25	5,17
Cana de Açúcar	0	0,17	0,38	0,64	0,94	1,27	1,63	2	2,36	2,72	3,06
Soja em Grão	0	0,14	0,35	0,63	0,99	1,41	1,91	2,47	3,07	3,67	4,24
Outros Produtos e Serviços da Lavoura	0	0,1	0,22	0,38	0,56	0,77	1	1,24	1,47	1,68	1,87
Mandioca	0	0,12	0,26	0,44	0,64	0,85	1,02	1,15	1,27	1,39	1,54
Fumo em Folha	0	0,08	0,19	0,35	0,55	0,78	1,04	1,31	1,58	1,84	2,09
Algodão Herbáceo	0	0,11	0,25	0,43	0,64	0,87	1,11	1,36	1,61	1,85	2,09
Frutas Cítricas	0	0,12	0,27	0,47	0,7	0,96	1,24	1,53	1,82	2,11	2,39
Café em Grão	0	0,17	0,4	0,75	1,22	1,8	2,46	3,16	3,85	4,5	5,1
Produtos da Expl. Florestal e da Silvicultura	0	0,12	0,26	0,45	0,69	0,96	1,25	1,55	1,84	2,1	2,32
Bovinos, Suínos e Aves	0	0,06	0,13	0,23	0,34	0,45	0,56	0,65	0,74	0,81	0,87
Leite de Vaca e de Outros Animais	0	0,13	0,3	0,51	0,75	1,01	1,29	1,59	1,88	2,17	2,44
Suínos, Aves, Ovos e Pesca	0	0,17	0,35	0,57	0,82	1,08	1,36	1,64	1,93	2,22	2,51
Mineração	0	-2,04	-4,31	-6,82	-9,48	-12,21	-14,93	-17,61	-20,23	-22,78	-25,24
Carnes	0	0,17	0,38	0,62	0,89	1,18	1,49	1,8	2,12	2,44	2,75
Óleos	0	0,22	0,5	0,85	1,26	1,72	2,22	2,74	3,28	3,84	4,39
Laticínios	0	0,13	0,28	0,45	0,62	0,79	0,97	1,14	1,31	1,47	1,63
Arroz beneficiado e Produtos Derivados	0	0,09	0,2	0,32	0,46	0,6	0,76	0,91	1,07	1,22	1,38
Usinagem e Refino de Açúcar	0	0,31	0,69	1,17	1,74	2,39	3,08	3,82	4,59	5,39	6,2
Café Processado	0	0,07	0,15	0,24	0,34	0,44	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Outros Produtos Alimentares	0	0,14	0,29	0,46	0,64	0,83	1,01	1,2	1,38	1,54	1,7
Têxteis, Vestuário e Calçados	0	0,12	0,25	0,37	0,48	0,58	0,67	0,75	0,83	0,89	0,95
Celulose, Papel e Gráfica	0	0,38	0,79	1,26	1,78	2,33	2,91	3,5	4,11	4,71	5,31
Gasolina	0	-0,53	-1,27	-2,27	-3,48	-4,87	-6,42	-8,11	-9,94	-11,89	-13,95

Gasó-álcool	0	-0,16	-0,37	-0,69	-1,09	-1,56	-2,08	-2,66	-3,28	-3,98	-4,74
Álcool	0	0,15	0,31	0,49	0,7	0,92	1,15	1,37	1,58	1,77	1,93
Óleos Combustíveis e Gás	0	-0,4	-0,94	-1,67	-2,56	-3,57	-4,7	-5,93	-7,26	-8,69	-10,2
Petroquímicos	0	-0,05	-0,18	-0,38	-0,66	-1,03	-1,48	-2,02	-2,65	-3,37	-4,19
Outros Manufaturados	0	-0,01	-0,08	-0,15	-0,23	-0,33	-0,44	-0,58	-0,75	-0,93	-1,14
Automóveis, Caminhões e Ônibus	0	-0,22	-0,52	-0,82	-1,07	-1,31	-1,55	-1,81	-2,07	-2,35	-2,63
Metalúrgicos	0	-0,02	-0,1	-0,22	-0,37	-0,57	-0,82	-1,1	-1,42	-1,75	-2,1
Comércio	0	-0,03	-0,1	-0,17	-0,26	-0,35	-0,45	-0,57	-0,7	-0,86	-1,04
Transporte	0	-0,06	-0,18	-0,34	-0,54	-0,77	-1,03	-1,32	-1,63	-1,97	-2,32
Serviços	0	0,09	0,17	0,24	0,28	0,31	0,32	0,31	0,29	0,24	0,19

Fonte: resultados da pesquisa

Tabela B.4 – Preços da Produção das Indústrias (em variação %)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Arroz em Casca	0	7,69	16,43	26,5	37,65	49,52	61,88	74,6	87,57	100,64	113,57
Milho em Grão	0	3,83	7,33	10,38	12,8	14,49	15,6	16,5	17,59	19,14	21,16
Trigo em Grão e Outros Cereais	0	3,72	7,69	11,96	16,26	20,23	23,55	26,06	27,8	28,96	29,86
Cana de Açúcar	0	2,55	4,58	6,08	7,03	7,39	7,21	6,73	6,3	6,22	6,53
Soja em Grão	0	4,54	9,1	13,79	18,41	22,68	26,37	29,44	32,05	34,54	37,26
Outros Produtos e Serviços da Lavoura	0	2,94	5,67	8,22	10,45	12,18	13,4	14,39	15,55	17,18	19,3
Mandioca	0	3,07	5,98	8,53	10,31	11,77	14,4	18,61	23,34	27,58	30,93
Fumo em Folha	0	3,7	7,24	10,44	13,15	15,32	17,02	18,43	19,78	21,29	23,05
Algodão Herbáceo	0	4,11	7,62	10,48	12,94	15,13	17,11	18,87	20,41	21,83	23,19
Frutas Cítricas	0	4,42	8,38	11,91	14,97	17,49	19,48	21,16	22,88	24,96	27,49
Café em Grão	0	3,99	7,95	11,74	15,09	17,77	19,82	21,44	22,93	24,56	26,49
Produtos da Expl. Florestal e da Silvicultura	0	3,18	6,19	9,23	12,19	14,87	17,2	19,3	21,44	23,86	26,64
Bovinos, Suínos e Aves	0	3,09	5,61	8,04	10,52	12,97	15,33	17,6	19,89	22,3	24,89
Leite de Vaca e de Outros Animais	0	4,23	8,07	11,6	14,85	17,78	20,39	22,81	25,26	27,98	31,07
Suínos, Aves, Ovos de Galinha e Pesca	0	1,71	3,59	5,59	7,62	9,58	11,38	12,98	14,34	15,46	16,37
Mineração	0	28,33	60,07	96,13	136,28	180,05	227,16	277,56	331,44	389,09	450,81
Carnes	0	1,78	3,51	5,2	6,81	8,27	9,56	10,67	11,66	12,58	13,47
Óleos	0	2,21	4,36	6,51	8,58	10,47	12,11	13,46	14,58	15,55	16,44
Laticínios	0	1,84	3,6	5,31	6,92	8,39	9,7	10,86	11,92	12,92	13,92
Arroz beneficiado e Produtos Derivados	0	1,56	3,07	4,57	6,02	7,37	8,59	9,67	10,64	11,54	12,41
Usinagem e Refino de Açúcar	0	2,11	4,16	6,16	8,05	9,74	11,16	12,31	13,24	14,04	14,78
Café Processado	0	1,58	3,12	4,65	6,15	7,57	8,87	10,05	11,13	12,18	13,22
Outros Produtos Alimentares	0	1,72	3,39	5,01	6,55	7,94	9,17	10,25	11,21	12,13	13,04
Têxteis, Vestuário e Calçados	0	0,28	0,54	0,71	0,77	0,72	0,56	0,27	-0,16	-0,75	-1,5
Celulose, Papel e Gráfica	0	1,19	2,31	3,31	4,11	4,65	4,87	4,79	4,46	3,96	3,38
Gasolina	0	9,45	21,05	35,34	52,13	71,06	91,92	114,68	139,4	166,21	195,14

Gasó-álcool	0	10,87	24,28	40,85	59,87	80,58	102,61	126	151,04	178,15	207,65
Álcool	0	1,9	3,54	4,88	5,89	6,53	6,81	6,76	6,46	5,99	5,44
Óleos Combustíveis e Gás	0	9,76	21,82	36,77	54,37	74,19	95,95	119,59	145,12	172,6	201,99
Petroquímicos	0	4,92	10,63	17,54	25,64	34,76	44,72	55,48	67,04	79,47	92,83
Outros Manufaturados	0	0,15	0,23	0,57	1,31	2,41	3,8	5,39	7,13	8,95	10,83
Automóveis, Caminhões e Ônibus	0	-0,67	-1,44	-1,91	-1,97	-1,64	-1,02	-0,21	0,69	1,58	2,43
Metalúrgicos	0	0,47	0,73	1,3	2,47	4,38	7,07	10,48	14,46	18,82	23,38
Comércio	0	-1,61	-3,31	-5,04	-6,72	-8,34	-9,92	-11,53	-13,22	-15,06	-17,06
Transporte	0	-0,66	-1,33	-1,82	-1,98	-1,74	-1,08	-0,01	1,41	3,11	5,03
Serviços	0	-0,94	-1,91	-3,11	-4,53	-6,11	-7,77	-9,47	-11,22	-13,02	-14,88

Fonte: resultados da pesquisa

ANEXO C – REMUNERAÇÃO DOS FATORES DE PRODUÇÃO

Tabela C.1 – Taxa Bruta de Retorno do Capital

	RO	AM	PA e TO	MA e PI	PE e AL	BA	Resto do NE	MG	RJ e ES	SP	PR	SC e RS	MS	MT	Central
Arroz em Casca	0,97	1,02	0,72	0,44	14,89	2,5	7,42	0,23	0,68	6,04	5,11	0,64	0,11	0,26	-0,47
Milho em Grão	0,75	0,79	0,56	0,26	0,45	1,03	0,67	0,95	1,61	1,58	1,08	0,77	0,23	0,06	0,61
Trigo em Grão e Outros Cereais	3,67	3,45	3,71	3,36	4,31	4,56	3,71	1,83	6,51	3,87	2,38	1,91	2,35	1,7	2,94
Cana de Açúcar	-0,06	1,19	-0,6	-0,03	0,77	3,07	1,2	0,59	2,51	0,67	-0,37	-2,1	-0,73	-0,68	-0,38
Soja em Grão	3,43	3,03	3,27	2,26	0,44	1,06	0,58	0,59	-0,26	-0,13	0,59	1,84	1,54	0,8	1,47
Outros Produtos e Serviços da Lavoura	-0,26	-0,21	0,55	-0,19	-0,07	0,56	0,52	-0,21	0,16	0,28	-0,08	0,33	0,05	-0,35	0,15
Mandioca	1,16	0,89	1,01	0,59	0,56	0,39	0,35	0,37	0,24	0,58	0,58	0,71	0,79	0,55	0,66
Fumo em Folha	2,42	0,58	2,28	2,34	0,28	0,74	0,39	1,37	0,61	-0,06	-0,16	0,58	0,72	0,14	1,09
Algodão Herbáceo	4,09	5,94	4,04	3,62	0,76	2,55	1,57	0,26	3,63	1,32	-1,04	0,96	1,21	0,07	2,93
Frutas Cítricas	1,17	1,73	0,26	2,24	0,87	0,76	1	0,64	0,62	0,75	0,16	1,1	0,61	-0,03	0,42
Café em Grão	2,66	2,66	2,54	3,12	0,49	1,53	1,65	1,45	0,74	0,66	0,88	1,38	1,18	0,38	1,55
Produtos da Expl. Flo. e da Silvicultura	-0,02	-0,15	0,01	0,06	0,02	0,8	0,21	0,21	0,54	0,32	-0,07	-0,1	0,14	-0,47	-0,29
Bovinos, Suínos e Aves	0,1	0,01	0,14	0,18	0,41	0,32	0,06	-0,24	-0,24	0,17	-0,14	-0,04	0,12	0,1	-0,25
Leite de Vaca e de Outros Animais	0,45	0,35	0,37	0,26	0,72	0,69	0,43	0,79	1,15	0,97	0,91	0,63	0,24	0,08	0,26
Suínos, Aves, Ovos e Pesca	-0,55	1,19	0,67	0,7	0,78	1,06	0,77	0,78	1,6	1,62	0,64	0,47	0,04	-0,13	0,17
Mineração	-30,34	-25,33	-50,28	-51,79	-32,69	-25,24	-28,54	-34,72	-32,38	-31,09	-30,32	-36	-33,71	-23,91	-31,76
Carnes	0,03	-0,48	0,03	0,12	-0,19	0,33	0,24	-0,46	0,6	0,89	0,82	0,81	-0,43	-0,68	-0,42
Óleos	1,73	2,29	1,15	0,98	1,14	2,19	1,75	1,54	1,51	1,3	1,92	1,42	0,8	0,57	0,12
Laticínios	-0,07	-0,4	-0,04	-0,03	-0,27	0,01	-0,04	-0,44	0,9	0,15	-0,06	0,06	-0,58	-0,75	-0,5
Arroz beneficiado e Produtos Derivados	-0,27	-0,3	0,1	0,12	-0,56	0,53	0,2	-0,13	0,71	-0,54	-0,9	1,16	-0,77	-0,87	-0,6
Usinagem e Refino de Açúcar	0,14	0,65	0,2	0,25	2,77	0,79	0,85	0,13	2,12	2,58	1,23	0,38	1,03	-0,3	-0,36
Café Processado	-0,28	-0,39	-0,24	-0,09	-0,26	0,26	0,02	-0,37	0,59	-0,11	-0,44	-0,4	-0,73	-0,84	-0,54

Outros Produtos Alimentares	0,11	-0,34	-0,08	0,03	-0,04	0,09	0,09	-0,35	0,31	-0,11	-0,14	0,02	-0,42	-0,66	-0,41
Têxteis, Vestuário e Calçados	-0,34	0,05	-0,52	-0,2	-0,65	-0,29	-0,09	-0,2	0,95	-0,57	-0,79	-1,06	-0,53	-0,79	-0,2
Celulose, Papel e Gráfica	0,38	0,83	1,54	0,78	0,04	1,04	0,98	1,13	4,17	0,57	-0,25	0,22	-0,14	-0,37	0,02
Gasolina	-19,1	-17,83	0,53	1,32	-9,31	-17,48	-6,49	-6,14	-13,09	-9,81	-6,63	-4,77	-11,08	-6,28	-5,1
Gasol-álcool	-3,9	-3,81	1,05	2,2	-2,98	-4,56	-3,97	-4,28	-3,36	-3,32	-3,44	-3,35	-4,05	-4,49	-4,82
Álcool	0,68	2,99	0,7	0,82	0,41	2,62	1,17	-0,27	4,05	0,13	-0,95	-1,19	-0,69	-0,75	-0,36
Óleos Combustíveis e Gás	-3,88	-4,19	1,47	2,61	-4,15	-11,33	-5,09	-4,95	-8,89	-5,86	-3,33	-3,18	-3,81	-3,52	-4,86
Petroquímicos	6,36	2,73	0,8	0,22	4,41	-7,85	-5,94	-4,09	-8,13	-4,79	-11,74	1,93	-14,17	-5,55	0,7
Outros Manufaturados	-0,65	-0,78	-0,53	-0,69	-1,38	-1,68	-1,23	-1,51	-1,17	-1,17	-1,36	-1,29	-1,47	-1,6	-1,42
Automóveis, Caminhões e Ônibus	-1,97	-1,97	-2,21	-2,27	-2,23	-1,6	-1,56	-1,58	-2,09	-1,56	-1,42	-1,74	-1,52	-2,39	-1,24
Metalúrgicos	-1,94	-0,45	-1,84	-1,77	-1,08	-2,48	-1,46	-2,51	-1,84	-0,98	-0,57	-1,57	-2,09	-0,72	-0,77
Comércio	-0,59	-0,84	-0,78	-1,05	-0,55	-3,11	-1,29	-1,68	-2,4	-0,97	-0,62	-0,31	-0,4	-0,54	-0,91
Transporte	-1,34	-1,76	-3,65	-5,22	-0,78	-2,78	-2,8	-3,1	-4,85	-1,39	-1,17	-0,71	-0,92	-1,2	-1,2
Serviços	-0,61	-0,95	-0,83	-0,6	-0,73	-1,1	-0,74	-0,87	-0,76	-0,71	-0,65	-0,52	-0,65	-0,87	-0,71

Fonte: resultados da pesquisa

Nota: RO (Rondônia), AM (Amazonas), PA e TO (Pará e Tocantins), MA e PI (Maranhão e Piauí), PE e AL (Pernambuco e Alagoas), BA (Bahia), Resto do NE (Resto do Nordeste), MG (Minas Gerais), RJ e ES (Rio de Janeiro e Espírito Santo), SP (São Paulo), PR (Paraná), SC E RS (Santa Catarina e Rio Grande do Sul), MS (Mato Grosso do Sul), MT (Mato Grosso).

Tabela C.2 – Taxa Bruta de Crescimento Nacional do Capital

	RO	AM	PA e TO	MA e PI	PE e AL	BA	Resto do NE	MG	RJ e ES	SP	PR	SC e RS	MS	MT	Central
Arroz em Casca	5,5	4	3,89	3,45	78,7	10	36,25	0,3	2,06	28	24	4,64	0,3	1,4	-2,13
Milho em Grão	5	11	4,3	2,64	2,99	6,4	4,47	7,3	10,74	9	6,2	4,79	1,9	0,7	4,98
Trigo em Grão e Outros Cereais	20	22	22,2	18,87	23,94	26	22,52	12	39,38	20	13	10,15	13	10	16
Cana de Açúcar	1,3	10	-1,27	3,14	4,37	15	7,34	6,9	16,68	5	-1	-7,35	-3	-3	0,02
Soja em Grão	20	21	21,9	17,86	4,82	9,7	7,12	8,8	3,94	2	4,9	11,09	9,8	6,4	11,09
Outros Produtos e Serviços da Lavoura	-0	3,2	4,98	1,33	0,58	4,4	4,45	0,7	4,69	2	0,5	2,72	1,2	-1	2,29
Mandioca	9,1	4,9	7,39	5,48	5,3	2,7	2,66	1,1	-1,17	4	4,3	5,33	5	3,9	4,24
Fumo em Folha	13	9,9	12,96	13,77	2,48	5,1	4,06	9,5	7,35	2	0,8	3,96	4,9	2,4	7,32
Algodão Herbáceo	20	33	20,97	19,91	5,35	14	9,52	3	19,83	7	-3	5,56	6,7	1,5	15,75
Frutas Cítricas	7,5	13	3,07	13,15	5,06	5,2	6,72	5,6	5,71	5	1,8	6,06	4,1	1	4,26
Café em Grão	15	18	13,51	18,01	4,71	10	10,68	9,7	9,13	5	5,3	7,39	6,6	3	9,1
Produtos da Expl. Florestal e da Silvicultura	0,6	1,5	2,64	1,85	1,45	7,6	2,64	4,1	7,42	3	0,6	0,31	1,9	-2	0,26
Bovinos, Suínos e Aves	1	1,6	1,52	1,62	2,25	2,2	1,04	-0	0,66	1	-1	-0,15	0,7	0,4	-0,44
Leite de Vaca e de Outros Animais	3,5	4,6	3,53	2,42	4,09	4,9	3,72	6	8,89	6	5	3,61	1,9	0,8	2,75
Suínos, Aves, Ovos e Pesca	-2	7,4	4,02	3,84	3,84	5,5	4,34	4,5	8,29	7	3	2,44	0,7	0	1,59
Mineração	-82	-75	-94,36	-95,01	-84,26	-74	-78,64	-85	-82,74	-82	-82	-87,24	-85	-75	-83,5
Carnes	0,8	-1,4	1,56	1,84	-0,04	2,9	2,55	-1	4,93	5	4,2	4,11	-1	-2	-0,96
Óleos	8,6	12	6,84	5,89	5,68	11	9,39	8,8	9,54	7	9	6,79	4,3	3,5	1,77
Laticínios	0,3	-0,9	1,25	1,08	-0,6	1,5	1,2	-1	6,3	1	0,3	0,84	-2	-3	-1,38
Arroz beneficiado e Produtos Derivados	-1	-0,5	1,51	1,45	-1,91	3,2	1,88	0,6	5,05	-2	-3	5,17	-3	-3	-2,08
Usinagem e Refino de Açúcar	2,1	5,2	3,33	3,42	13,05	5,9	6,17	2,6	12,65	12	6,3	2,74	5,4	-0	-0,22
Café Processado	-1	-1,6	-0,28	0,33	-0,84	2,2	1,12	-1	4,67	-0	-2	-1,46	-3	-3	-1,87
Outros Produtos Alimentares	1,1	-0,5	1,05	1,4	0,49	1,8	1,87	-0	3,82	0	0,1	0,52	-1	-2	-0,93

Têxteis, Vestuário e Calçados	-1	1,7	-1,03	0,39	-2,09	-0	0,92	0,5	6,16	-2	-3	-3,81	-2	-3	-0,17
Celulose, Papel e Gráfica	2,6	5,2	8,12	4,65	0,92	5,8	5,62	6,6	21,25	4	0,1	1,82	0,4	-1	1,24
Gasolina	-60	-58	0,29	5,67	-38,71	-56	-28,07	-25	-43,05	-36	-27	-22,53	-41	-28	-25,46
Gasó-álcool	-17	-16	4,45	10,69	-12,94	-19	-15,9	-16	-13,61	-13	-14	-13,67	-16	-19	-19,89
Álcool	1,2	2,4	0,84	0,46	0,2	1	0,55	0,8	4,07	2	-3	-1,34	-2	-2	-0,03
Óleos Combustíveis e Gás	-20	-20	3,01	9,79	-21,54	-42	-23,67	-22	-32,11	-24	-15	-15,26	-18	-18	-24,43
Petroquímicos	28	13	3,38	1,29	18,5	-27	-22,15	-15	-25,84	-17	-40	7,76	-46	-22	2,25
Outros Manufaturados	-3	-3	-1,72	-2,41	-5,88	-6	-4,46	-6	-3,45	-5	-6	-5,58	-6	-7	-5,73
Automóveis, Caminhões e Ônibus	-9	-8,6	-9,54	-10,21	-10,39	-7	-7,34	-7	-10,34	-7	-6	-7,19	-7	-11	-5,35
Metalúrgicos	-9	-2,5	-7,36	-6,88	-5,68	-10	-6,77	-10	-5,98	-5	-4	-7,58	-9	-4	-4,21
Comércio	-2	-3,6	-3,4	-4,32	-1,47	-12	-5,19	-7	-10,44	-3	-2	-0,75	-1	-1	-3,17
Transporte	-6	-7	-14,24	-19,99	-2,98	-10	-10,83	-12	-18,05	-6	-5	-2,75	-4	-5	-4,74
Serviços	-2	-3,2	-2,61	-1,89	-2,48	-4	-2,3	-3	-2,42	-2	-2	-1,62	-2	-3	-2,37

Fonte: resultados da pesquisa

Nota: RO (Rondônia), AM (Amazonas), PA e TO (Pará e Tocantins), MA e PI (Maranhão e Piauí), PE e AL (Pernambuco e Alagoas), BA (Bahia), Resto do NE (Resto do Nordeste), MG (Minas Gerais), RJ e ES (Rio de Janeiro e Espírito Santo), SP (São Paulo), PR (Paraná), SC E RS (Santa Catarina e Rio Grande do Sul), MS (Mato Grosso do Sul), MT (Mato Grosso).

Tabela C.3 – Média Nacional do Preço do Aluguel do Capital (em variação %)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Arroz em Casca	0	0,68	1,29	1,77	2,07	2,14	2	1,75	1,54	1,46	1,52
Milho em Grão	0	0,9	1,68	2,25	2,55	2,57	2,34	2	1,69	1,51	1,51
Trigo em Grão e Outros Cereais	0	0,73	1,5	2,3	3,06	3,66	4,02	4,11	3,98	3,69	3,34
Cana de Açúcar	0	0,9	1,61	2,09	2,32	2,31	2,07	1,71	1,36	1,17	1,16
Soja em Grão	0	1,01	1,92	2,72	3,32	3,67	3,7	3,42	2,93	2,39	1,94
Outros Produtos e Serviços da Lavoura	0	0,71	1,29	1,71	1,9	1,84	1,56	1,16	0,8	0,62	0,65
Mandioca	0	0,9	1,48	1,56	0,99	0,05	-0,37	0,08	0,83	1,26	1,13
Fumo em Folha	0	0,61	1,16	1,59	1,88	2,01	2,01	1,9	1,77	1,68	1,66
Algodão Herbáceo	0	0,82	1,45	1,79	1,92	1,91	1,81	1,67	1,53	1,42	1,37
Frutas Cítricas	0	0,91	1,66	2,15	2,39	2,37	2,12	1,76	1,42	1,23	1,22
Café em Grão	0	1,08	2,09	2,88	3,34	3,4	3,11	2,61	2,05	1,58	1,28
Produtos da Expl. Florestal e da Silvicultura	0	0,77	1,4	1,85	2,09	2,07	1,81	1,4	1	0,72	0,66
Bovinos, Suínos e Aves	0	0,48	0,72	0,81	0,81	0,74	0,64	0,52	0,44	0,43	0,51
Leite de Vaca e de Outros Animais	0	0,9	1,6	2,03	2,2	2,15	1,92	1,6	1,29	1,1	1,06
Suínos, Aves, Ovos e Pesca	0	0,28	0,56	0,82	1,05	1,24	1,38	1,45	1,48	1,45	1,39
Mineração	0	-9,13	-16,45	-22,05	-26,25	-29,35	-31,55	-32,98	-33,7	-33,75	-33,13
Carnes	0	0,26	0,54	0,8	1,04	1,22	1,34	1,39	1,39	1,35	1,28
Óleos	0	0,42	0,86	1,31	1,74	2,1	2,36	2,51	2,53	2,45	2,31
Laticínios	0	0,2	0,39	0,55	0,66	0,72	0,74	0,74	0,71	0,66	0,61
Arroz beneficiado e Produtos Derivados	0	0,12	0,24	0,36	0,46	0,55	0,62	0,67	0,7	0,71	0,71
Usinagem e Refino de Açúcar	0	0,53	1,1	1,68	2,24	2,71	3,07	3,28	3,32	3,23	3,03
Café Processado	0	0,07	0,14	0,2	0,26	0,3	0,33	0,35	0,36	0,37	0,37
Outros Produtos Alimentares	0	0,17	0,35	0,5	0,61	0,68	0,7	0,69	0,65	0,6	0,54
Têxteis, Vestuário e Calçados	0	0,12	0,24	0,31	0,34	0,32	0,29	0,24	0,19	0,13	0,08
Celulose, Papel e Gráfica	0	0,5	0,96	1,37	1,68	1,88	1,97	1,95	1,85	1,7	1,53
Gasolina	0	-2,35	-4,54	-6,42	-7,97	-9,19	-10,09	-10,67	-10,95	-10,98	-10,83
Gasó-álcool	0	-0,99	-1,64	-1,97	-2,18	-2,47	-2,84	-3,22	-3,46	-3,47	-3,25

Álcool	0	0,3	0,57	0,79	0,95	1,04	1,07	1,04	0,96	0,85	0,73
Óleos Combustíveis e Gás	0	-1,95	-3,66	-5,01	-6,02	-6,71	-7,11	-7,25	-7,16	-6,91	-6,64
Petroquímicos	0	-0,49	-1,02	-1,55	-2,05	-2,51	-2,93	-3,31	-3,64	-3,91	-4,14
Outros Manufaturados	0	-0,17	-0,41	-0,62	-0,76	-0,83	-0,84	-0,81	-0,77	-0,72	-0,68
Automóveis, Caminhões e Ônibus	0	-0,46	-0,97	-1,37	-1,59	-1,66	-1,61	-1,5	-1,36	-1,2	-1,06
Metalúrgicos	0	-0,25	-0,61	-0,97	-1,28	-1,48	-1,56	-1,54	-1,45	-1,33	-1,23
Comércio	0	-0,2	-0,42	-0,63	-0,81	-0,95	-1,06	-1,15	-1,23	-1,32	-1,4
Transporte	0	-0,28	-0,61	-0,97	-1,29	-1,56	-1,77	-1,9	-1,98	-2,01	-2,02
Serviços	0	-0,05	-0,1	-0,2	-0,33	-0,48	-0,63	-0,79	-0,94	-1,07	-1,2

Fonte: resultados da pesquisa

Tabela C.5 – Salário real (em variação percentual)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Rondônia	0	-0,04	-0,09	-0,16	-0,25	-0,37	-0,5	-0,64	-0,8	-0,99	-1,19
Amazonas	0	-0,35	-0,71	-1,05	-1,39	-1,72	-2,04	-2,38	-2,72	-3,08	-3,46
Pará e Tocantins	0	-0,29	-0,57	-0,85	-1,13	-1,41	-1,69	-1,97	-2,26	-2,57	-2,89
Maranhão e Piauí	0	-0,15	-0,3	-0,48	-0,68	-0,9	-1,13	-1,37	-1,61	-1,87	-2,15
Pernambuco e Alagoas	0	-0,06	-0,13	-0,21	-0,33	-0,47	-0,62	-0,8	-1	-1,21	-1,45
Bahia	0	-0,28	-0,58	-0,91	-1,27	-1,65	-2,06	-2,49	-2,95	-3,45	-3,97
Resto do Nordeste	0	-0,29	-0,57	-0,85	-1,14	-1,44	-1,74	-2,05	-2,38	-2,72	-3,09
Minas Gerais	0	-0,25	-0,49	-0,75	-1,02	-1,3	-1,59	-1,9	-2,22	-2,57	-2,94
Rio de Janeiro e Espírito Santo	0	-0,59	-1,16	-1,7	-2,22	-2,72	-3,21	-3,68	-4,15	-4,63	-5,11
São Paulo	0	-0,1	-0,22	-0,36	-0,52	-0,69	-0,89	-1,1	-1,33	-1,58	-1,85
Paraná	0	-0,07	-0,15	-0,24	-0,35	-0,48	-0,63	-0,79	-0,98	-1,19	-1,42
Santa Catarina e Rio Grande do Sul	0	-0,06	-0,13	-0,21	-0,3	-0,41	-0,53	-0,66	-0,81	-0,98	-1,17
Mato Grosso do Sul	0	-0,03	-0,07	-0,12	-0,19	-0,28	-0,38	-0,51	-0,65	-0,82	-1,01
Mato Grosso	0	-0,03	-0,06	-0,11	-0,18	-0,27	-0,38	-0,53	-0,7	-0,91	-1,15
Central	0	-0,11	-0,22	-0,35	-0,51	-0,68	-0,88	-1,1	-1,33	-1,59	-1,88

Fonte: resultados da pesquisa

ANEXO D – RESULTADOS DA PESQUISA PARA OS DADOS MACROECÔMICOS

Tabela D.1 – Dados Macroeconômicos (em variação %)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo das famílias	0	0,1	0,2	0,29	0,34	0,38	0,4	0,4	0,39	0,36	0,31
Investimento	0	-0,56	-1,27	-1,95	-2,54	-3,1	-3,66	-4,24	-4,85	-5,46	-6,08
Gasto do governo	0	0,1	0,21	0,29	0,35	0,39	0,41	0,42	0,41	0,38	0,33
Exportação	0	-0,31	-0,69	-1,11	-1,57	-2,04	-2,51	-2,99	-3,48	-3,96	-4,46
Importação	0	-0,28	-0,61	-0,98	-1,37	-1,78	-2,18	-2,59	-3,01	-3,42	-3,84
PIB real	0	-0,01	-0,03	-0,08	-0,15	-0,23	-0,34	-0,46	-0,61	-0,77	-0,95
Emprego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salário	0	-0,19	-0,38	-0,59	-0,81	-1,04	-1,28	-1,53	-1,8	-2,09	-2,4
Estoque de capital	0	0	-0,03	-0,09	-0,17	-0,27	-0,4	-0,55	-0,73	-0,95	-1,21

Fonte: resultados da pesquisa

ANEXO E – VARIÁVEIS DE EMISSÕES

Tabela E.1 – Total de Emissões por fonte (em variação %)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Mineração	0	-0,57	-1,29	-2,18	-3,22	-4,38	-5,64	-6,98	-8,41	-9,92	-11,51
Gasolina	0	-0,3	-0,76	-1,41	-2,24	-3,2	-4,3	-5,53	-6,89	-8,37	-9,95
Gasolina e Álcool	0	-0,21	-0,47	-0,82	-1,27	-1,78	-2,35	-2,96	-3,63	-4,36	-5,16
Óleo, Combustível e Gás	0	-0,29	-0,64	-1,07	-1,56	-2,09	-2,65	-3,25	-3,87	-4,52	-5,19
Petroquímica	0	-0,08	-0,21	-0,39	-0,6	-0,84	-1,12	-1,44	-1,8	-2,2	-2,62
Atividades	0	-0,1	-0,21	-0,31	-0,4	-0,48	-0,57	-0,66	-0,75	-0,85	-0,94
Mudanças no uso da terra	0	0,02	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,32

Fonte: resultados da pesquisa

Tabela E.2 – Emissões Totais (em gigatoneladas de CO₂eq)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Mineração	0	1031,41	-2383,5	-4122,04	-6219,82	-8636,36	11353,56	-14379,1	17736,54	-21452,09	25542,68
Gasolina	0	-185,57	-482,22	-912,64	-1471,64	-2150,45	-2947,56	-3869,54	-4927,24	-6130,54	-7483,96
Gasolina e Álcool	0	-29,97	-69,45	-126,47	-200,4	-288,36	-388,9	-502,74	-632,3	-781,05	-952,45
Óleo, Combustível e Gás	0	-495,37	-1136,9	-1938,35	-2879,74	-3940,84	-5113,82	-6402,79	-7818,65	-9373,25	11074,93
Petroquímica	0	-14,22	-39,91	-74,53	-117,44	-169,41	-231,71	-305,65	-392,34	-492,54	-606,59
Atividades	0	-668,44	-1384,52	-2077,82	-2748,5	-3429,39	-4154,75	-4942,66	-5793,71	-6699,65	-7650,05
Mudanças no uso da terra	0	72,56	160,29	266,75	390,4	525,4	667,66	814,78	963,33	1110,96	1253,93
Total	0	2352,42	-5336,21	-8985,1	13247,13	-18089,4	23522,65	-29587,7	36337,44	-43818,16	52056,71

Fonte: resultados da pesquisa