

PROJEÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DO PROGRAMA DE TRANSFERÊNCIA DE RENDA EM BRUMADINHO E REGIÃO

Milenna Diniz Cordeiro – Doutorado em Economia do Cedeplar/UFMG

Aline Souza Magalhães – Professora Adjunta do Departamento de Ciências Econômicas da UFMG e Cedeplar/UFMG

RESUMO

O desastre ocorrido em 25 de janeiro de 2019, com o rompimento da barragem de rejeitos da Mina de Córrego do Feijão, da Vale S.A., em Brumadinho, Minas Gerais, é considerado o maior desastre humano e ambiental do Brasil, causando enormes perdas humanas, econômicas, sociais e ambientais. Este evento desencadeou a necessidade de medidas de reparação e recuperação das áreas afetadas, incluindo a implementação de um Programa de Transferência de Renda (PTR). O acordo judicial de reparação, homologado em fevereiro de 2021, envolveu o pagamento de R\$4,4 bilhões pela Vale S.A., destinado a reparar a população afetada. Este auxílio emergencial é considerado o maior programa de transferência de renda privada do mundo. Este artigo tem como foco investigar os impactos econômicos do PTR nos municípios beneficiados, com ênfase nos efeitos regionais e setoriais. Para isso, foi desenvolvido o modelo IMAGEM-Brumadinho, um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) especificado para as economias afetadas pelo desastre. Os resultados indicam que o PTR foi responsável por manter o consumo das famílias nas regiões consideradas, contribuindo para sustentar certo crescimento econômico a depender das relações comerciais inter-setoriais e regionais dos municípios.

Palavras-chave: Programas de transferência de renda. Brumadinho. Desastre tecnológico. Estrutura Produtiva. Equilíbrio Geral Computável

ABSTRACT

The disaster that occurred on January 25, 2019, with the rupture of the tailings dam at the Córrego do Feijão Mine, owned by Vale S.A., in Brumadinho, Minas Gerais, is considered the largest human and environmental disaster in Brazil, causing immense human, economic, social, and environmental losses. This event triggered the need for measures of repair and recovery in the affected areas, including the implementation of an Income Transfer Program (ITP). The judicial agreement for reparation, ratified in February 2021, involved the payment of R\$4.4 billion by Vale S.A., aimed at repairing the affected population. This emergency aid is considered the largest private income transfer program in the world. The paper aims to investigate the economic impacts of the ITP on the benefited municipalities, with an emphasis on regional and sectoral effects. For this purpose, the IMAGEM- Brumadinho model was developed, a Computable General Equilibrium (CGE) model specified for the economies affected by the disaster. The results indicate that the ITP was responsible for a significant increase in household consumption in the considered regions, which translates into economic growth or not depending on the inter-sectoral and regional trade relations of the municipalities.

Keywords: Income transfer programs. Brumadinho. Technological disaster. Production structure. Computable General Equilibrium.

Classification JEL: H7, C68

Area de submissão: Desigualdade, pobreza e políticas sociais

1 INTRODUÇÃO

Em 25 de janeiro de 2019, às 12h28, a barragem de rejeitos I da Mina de Córrego do Feijão, da mineradora Vale S.A., se rompeu, no que é conhecido como o maior desastre humano e ambiental do Brasil e o maior desastre humanitário no setor minerário (ROTTA *et al.*, 2020; THOMPSON *et al.*, 2023). A estrutura tinha 86 metros de altura e 720 metros de comprimento de crista, e seu rompimento liberou 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério sobre parte das operações da mina, além de atingir moradias, fauna e flora ao longo de 10km, até desaguar no rio Paraopeba. O desastre causou a morte de 272 pessoas e 3 delas seguem desaparecidas até o momento.

As perdas humanas, além do impacto econômico, social e ambiental gerado torna o rompimento da barragem um desastre tecnológico. Os desastres são definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) como a destruição do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais (UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION, 2009) com diversas causas. O tecnológico é causado por ação humana. São eventos com inúmeros impactos negativos e, portanto, demandam medidas de reparação e recuperação das pessoas e áreas atingidas.

Em Brumadinho, dentre as diversas ações em curso, há também um Programa de Transferência de Renda (PTR) implementado nas regiões atingidas direta e indiretamente pelo desastre em questão. Em 4 de fevereiro de 2021, o Governo de Minas Gerais, o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), o Ministério Público Federal (MPF) e a Defensoria Pública de Minas Gerais (DPMG) homologaram o Acordo Judicial de Reparação, onde está o pagamento de R\$4,4 bilhões, custeado pela Vale S.A., a partir de novembro de 2021, com duração de aproximadamente 4 anos. Antes disso, entre abril de 2019 e novembro de 2021, a empresa realizou pagamentos emergenciais para toda a população de Brumadinho e residentes em até 1 km da calha do rio Paraopeba até o município de Pompéu. O Auxílio Emergencial/PTR ocorrido em Brumadinho e região é o maior programa de transferência de renda privada do mundo (TRINDADE, 2024).

Diante do disposto, este artigo visa avaliar os impactos econômicos do PTR nos municípios beneficiados. Mais especificadamente, propõe projetar os efeitos do Auxílio Emergencial/PTR com foco nos impactos sobre a trajetória dos principais agregados macroeconômicos e com detalhamento regional. Para tanto, foi desenvolvido o modelo IMAGEM-Brumadinho (*Integrated Multi-regional Applied General Equilibrium Model – Brumadinho*), um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) especificado para as economias atingidas pelo desastre. Este método explicita o comportamento e as relações interdependentes entre os diferentes setores e agentes econômicos através de equações, incluindo decisões das famílias. Assim, o modelo possibilita identificar os efeitos líquidos do PTR e, portanto, contribuir para a análise de políticas de recuperação e reparação em desastre, em especial as transferências de renda.

O trabalho está organizando em quatro capítulos: o segundo capítulo faz breve revisão da literatura com a contextualização do desastre, assim como discute formas de reparação destes eventos. O terceiro capítulo apresenta o modelo IMAGEM-Brumadinho, sua base de dados e a regionalização proposta para este trabalho. O quarto capítulo descreve as estratégias de simulações adotadas e apresenta os resultados obtidos. Por fim, o quinto capítulo tece as considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Contextualização do desastre e reparação

O rompimento da barragem de Córrego do Feijão, como ficou conhecida o desastre tecnológico ocorrido na cidade de Brumadinho, estado de Minas Gerais, em 2019, causou um derramamento de lama tóxica numa área equivalente a 450 campos de futebol (ROTTA *et al.*, 2020) e resultou na morte de 272 pessoas, além de grande impacto ambiental, econômico e social.

A literatura sobre desastres não é consensual acerca da sua definição. Enquanto a sociologia foca no desastre como um evento que causa grande disrupção social (PERRY, 2018), a geografia define possíveis agentes causadores que, em contato com a sociedade, levam a danos e perdas (PAUL, 2011). A economia, por sua vez, leva em consideração as perdas econômicas na sua definição

(PRZYLUSKI; HALLEGATTE, 2010). Ademais, a definição de desastre tecnológico é relativamente nova, datada da década de 1970, com o aumento de casos de desastres com causas não humanas (GILL; RITCHIE, 2018). São desastres com magnitude e duração maiores do que os desastres naturais, pois o cálculo de impactos é de difícil mensuração. Os efeitos são diretos e indiretos, e compreendem perdas humanas, impactos ambientais, sobre a saúde, sobre a economia e emergências de conflitos entre os agentes envolvidos.

As formas de reparação destes eventos devem ser, assim, bem estruturadas, a fim de compreender as diferentes dimensões dos impactos. Isto significa também um montante significativo de recursos financeiros. As transferências de renda entram nestes recursos como parte importante do reestabelecimento econômico dos atingidos por desastres. Permitem também a recuperação do bem-estar e dignidade, além da manutenção de necessidades básicas. São programas cada vez mais aceitos em casos de emergências, com vantagens e desvantagens a depender do contexto. No entanto, seu efeito econômico é reconhecido como positivo na maioria dos casos documentados e estudados. Além disso, são importantes ferramentas na política de recuperação de longo prazo, sobretudo em desastres tecnológicos, que possuem efeitos que se estendem ao longo do tempo.

O desastre acarretou diversas formas de reparação em caráter emergencial: 1) operação de busca e salvamento; 2) monitoramento da água bruta e de consumo humano; 3) nova captação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA); 4) obras emergenciais para contenção de rejeitos; entre outras. Além disso, um acordo estabeleceu pagamentos emergenciais para toda a população de Brumadinho e residentes em até 1 km da calha do rio Paraopeba até o município de Pompéu como forma de compensação socioeconômica aos atingidos entre fevereiro de 2019 e novembro de 2021. Cada adulto tinha direito a um salário mínimo, enquanto adolescentes recebiam metade de um salário e crianças, um quarto.

O auxílio emergencial é motivo de discussão. Foi relatado aquecimento da economia da cidade, aumento de preços – principalmente gasolina e alugueis –, preocupação com a segurança, além da insatisfação por parte dos parentes das vítimas acerca do pagamento para toda a população e não somente aos atingidos diretos (LINHARES, 2020). Em relatório feito pelas Assessorias Técnicas Independentes em dezembro de 2020 é identificado que o pagamento é insuficiente, excluindo pessoas que vivem além da área delimitada, mas que se consideram atingidas. As assessorias citam também a falta de transparência na escolha dos beneficiários, cujo processo era todo conduzido pela Vale. Ainda segundo o Relatório, o auxílio deveria ter natureza assistencial e o objetivo de atender a todas as pessoas que tiveram “(...) comprometimento econômico resultante do rompimento das barragens da Vale S.A. Como comprometimento econômico das pessoas atingidas compreende-se tanto a perda de renda, no todo ou em parte (monetária e não monetária), quanto o aumento de despesas” (AEDAS; NACAB; INSTITUTO GUAICUY, 2020) a fim de “evitar o risco de lesões irreparáveis às pessoas que tiveram seu sustento e seus meios de vida inviabilizados” (AEDAS; NACAB; INSTITUTO GUAICUY, 2020), já que, segundo as Instituições de Justiça, o auxílio não pode ser deduzido de possíveis compensações judiciais individuais.

Em 4 de fevereiro de 2021, o Governo de Minas Gerais, o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), o Ministério Público Federal (MPF) e a Defensoria Pública de Minas Gerais (DPMG) homologaram o Acordo Judicial de Reparação. Dentre as diversas formas de responsabilização previstas no Acordo, está também o pagamento de R\$4,4 bilhões por meio de um Programa de Transferência de Renda (PTR) em substituição ao auxílio emergencial, custeado pela Vale S.A., a partir de novembro de 2021, com duração de aproximadamente 4 anos (ou até o fim dos recursos destinados) e contemplando residentes em 26 municípios, a saber: Abaeté, Betim, Biquinhas, Brumadinho, Caetanópolis, Curvelo, Esmeraldas, Felixlândia, Florestal, Fortuna de Minas, Igarapé, Juatuba, Maravilhas, Mário Campos, Mateus Leme, Morada Nova de Minas, Paineiras, Papagaios, Pará de Minas, Paraopeba, Pequi, Pompéu, São Gonçalo do Abaeté, São Joaquim de Bicas, São José da Varginha e Três Marias (GOVERNO DE MINAS GERAIS, 2023). Porém, o PTR continuou com valores integrais apenas para moradores em até 1 km da bacia do rio Paraopeba. Todos os outros contemplados tiveram os pagamentos reduzidos à metade. Ademais, a operacionalização dos pagamentos e cadastramento de novos beneficiários passou a ser feita pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Outras formas de reparação socioeconômica estão previstas no Acordo, que tem valor total de R\$37,7 bilhões, entre elas: i) R\$3 bilhões destinados a projetos de demandas das comunidades atingidas, sendo R\$1 bilhão reservados para projetos de crédito e microcrédito; ii) R\$2,5 bilhões a projetos para a bacia do Paraopeba nas áreas de saúde, desenvolvimento social, agricultura, pecuária e abastecimento; iii) R\$1,5 bilhão de projetos específicos para a cidade de Brumadinho, dentre os quais: Programa de Fomento Agro, construção do distrito industrial de Brumadinho, construção do pelotão do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), estruturação de uma sala de urgência na unidade de pronto atendimento (UPA) da cidade, além de fortalecimento de serviços sociais e de saúde no município, requalificação dos centros urbanos, regularização fundiária e diversas obras (GOVERNO DE MINAS GERAIS, 2023).

Percebe-se, portanto, que o desastre teve impactos negativos significantes sobre o município de Brumadinho e outros municípios ao longo do Rio Paraopeba, sobretudo sobre a pesca, o turismo e a agricultura, o que justifica o volumoso montante destinado às ações de reparação, ainda que faltem estudos sobre a efetividade dessas ações sobre o bem-estar da população e sobre a economia da região.

2.2 Recuperação de desastres e transferências de rendas

O processo de reparação e recuperação de localidades e pessoas atingidas por desastres é um tema bastante discutido na literatura. São definidos fases e processos emergenciais e de longo prazo que prezam por retornar a vida ao contexto pré-desastre em todos os seus aspectos. No caso de desastres tecnológicos a literatura é mais escassa, mas é unânime em citar a dificuldade de reparação num evento tão disruptivo, que compreende partes responsáveis e conflitos judiciais. Em ambos os casos, no entanto, é necessário recursos vultosos, sejam de fontes nacionais ou internacionais, para a reconstrução. Aqui, a transferência de renda se tornou uma estratégia muito discutida e utilizada sobretudo em emergências humanitárias tais como guerras, e que se mostra adequada também em outros contextos.

Os programas de transferência de renda (PTR) são definidos como transferências monetárias às famílias pobres e vulneráveis, havendo ou não condições predeterminadas, tais como frequência escolar das crianças amparadas, vacinação, acompanhamento nutricional, entre outras, cuja popularidade se intensificou na década de 1990 (FIZBEIN; SCHADY, 2009). Como consequência, espera-se que as transferências tenham impactos diretos no consumo e investimento das famílias (BASTAGLI *et al.*, 2016). Estes autores trabalham com efeitos advindos dos programas em nível micro, meso e macro. No nível micro, são elucidados resultados de primeira, segunda e terceira ordem. Destacam-se, para este trabalho principalmente, como resultados de primeira ordem, o aumento de gastos em alimentos e outros bens de consumo, aumento da poupança e de investimentos financeiros. De segunda ordem são citados: mudanças na participação da população no mercado de trabalho, em que os beneficiários decidem aumentar/reduzir o número de horas trabalhadas, mudança das horas dedicadas ao lazer, assim como os impactos sobre os salários. Os autores sugerem, como resultados de segunda ordem, que os beneficiários têm mais liberdade para escolher empregos melhores em detrimento daqueles que pagam menos ou são menos desejados por outras circunstâncias. São citados também a substituição de investimentos em atividades rurais por investimentos em atividades comerciais de pequeno porte. Por fim, de terceira ordem, apontam a mudança do estilo de vida das famílias beneficiadas, consequência não somente do aumento de renda oriunda das transferências monetárias, mas também dos itens citados acima. Outro aspecto é o aumento da resiliência frente às situações de riscos, como desastres, visto que as famílias têm maior acesso a crédito e aumentam também a possibilidade de poupança frente aos pagamentos regulares dos programas.

No nível meso, Bastagli *et al.* (2016) consideram o transbordamento dos efeitos vistos em âmbito familiar para a comunidade local. Além das mudanças do mercado de trabalho e nível de salários citadas no parágrafo anterior, a economia de região contemplada por PTRs pode ser alavancada por meio dos multiplicadores de renda, tanto pelo aumento da demanda por bens e serviços, como pela tendência do aumento da oferta destes diante do aquecimento da atividade econômica. No entanto, os autores alertam que a inflação pode também ser um efeito do aumento de demanda generalizada.

No nível macro, por fim, os efeitos são mais controversos e as consequências sobre o crescimento econômico dependem da escala dos programas e o quanto eles interagem com outras esferas sociais e econômicas (MATHERS; SLATER, 2014). Porém, há evidências de que tais transferências têm potencial em redistribuir renda e reduzir a desigualdade social e pobreza (CARDOSO, 2016; HOFFMANN, 2007; SOARES *et al.*, 2006). Devereux (2002a) argumenta que, ainda que os programas de proteção social – dos quais as transferências de renda fazem parte – visem manter um padrão mínimo de vida para pessoas em situação de vulnerabilidade, eles podem ser importantes na promoção da qualidade de vida e elevação destes padrões.

De modo geral, as transferências são uma alternativa à provisão de mantimentos. Isto porque, seguindo a teoria de direito (ou “*entitlements*”) de Amartya Sen (SEN, 1981), a fome pode ser resultado não somente da escassez extrema de alimentos de uma localidade, mas também da impossibilidade de adquiri-los por mecanismos de mercado ainda que haja disponibilidade no sistema econômico. Sendo assim, as transferências podem substituir ou complementar a doação de alimentos (PEPPIATT; MITCHELL; HOLZMANN, 2001). Além disso, a teoria de direito de Sen auxilia no reconhecimento das diversas formas de pobreza, por meio do melhor entendimento sobre os diferentes meios de vida das pessoas pobres (HARVEY, 2005). Assim, os recursos recebidos podem ser utilizados em outras necessidades além da alimentar através da ideia de que a fome não é a única preocupação dos atingidos, mesmo em casos de insegurança alimentar severa. Estas necessidades vão desde insumos e ferramentas para agricultura de subsistência, até itens de higiene, roupas e utensílios (CRETÌ; JASPARS; OXFAM GB, 2006). Desta forma, os recursos dão flexibilidade aos favorecidos, permitindo que sejam utilizados de forma independente e sem contrapartida, o que se traduz em dignidade e aumento de bem-estar. É importante considerar também que o objetivo principal dos PTRs, fornecidos sobretudo pelas agências de ajuda humanitária, é a manutenção das necessidades básicas e recuperação dos meios de vida da população atingida (CRETÌ; JASPARS; OXFAM GB, 2006). Assim, os programas podem ser considerados uma ferramenta de substituição de qualquer tipo de assistência em espécie (BAILEY; SAVAGE; O’CALLAGHAN, 2008).

A literatura sobre programas de transferências de renda em emergências se concentra, então, na discussão sobre a adequação e a efetividade das transferências em diferentes contextos em detrimento das doações de alimentos, suas diferentes formas de implementação e operacionalização e os diversos impactos sobre os beneficiários e suas comunidades (DOOCY; TAPPIS, 2017; HOLM-NIELSEN; RAJU; FURU, 2022), mesmo que tais estudos ainda sejam escassos (BRÜCK *et al.*, 2019). Elas são mais factíveis em contextos em que os mercados e o sistema bancário continuam em funcionamento, o que não as torna impossíveis em outros contextos. Em desastres naturais e tecnológicos, elas não são uma boa alternativa como ajuda imediata, uma vez que eles destroem infraestruturas e deslocam mercados e pessoas da área afetada. No entanto, ao longo do tempo, podem ser utilizadas como mecanismos de estabilização e retomada da vida pré-desastre, assim como podem fazer parte de planos de prevenção de desastres futuros, como em inundações recorrentes. (CRETÌ; JASPARS; OXFAM GB, 2006; HARVEY, 2005). Além disso, em muitos contextos de emergências, os atingidos são cronicamente vulneráveis aos impactos de desastres. Abre-se espaço, então, para transferências de longo prazo e criação de redes de proteção social (BAILEY; SAVAGE; O’CALLAGHAN, 2008).

No geral, a literatura elenca as seguintes vantagens dos PTRs em emergências: (i) têm menores custos do que as doações de alimentos e outros itens, já que não demandam transporte, armazenamento etc.; (ii) permitem com que as pessoas escolham a cesta de bens e serviços mais adequadas e, portanto, são mais efetivos em atender às prioridades dos indivíduos; e (iii) a economia local pode ser estimulada através da injeção de recursos (BAILEY; SAVAGE; O’CALLAGHAN, 2008; CRETÌ; JASPARS; OXFAM GB, 2006; HARVEY, 2005; HEASLIP; HAAVISTO; KOVÁCS, 2016). Alguns argumentos contrários às assistências monetárias puras também podem ser destacados. O primeiro é o uso inapropriado do dinheiro em atividades que não são o objetivo principal, tais quais consumos de bens não-alimentares (em casos de programas que buscam suprir déficits alimentares), jogos, álcool, armas etc. Estas são preocupações legítimas principalmente em contextos de guerra, já que a assistência em dinheiro pode ser desviada e favorecer à corrupção, grupos armados, entre outros. O aumento de circulação de moeda também traz riscos à segurança da população, já que ela sabidamente passa deter

maior quantidade de dinheiro e pode ser alvo de um maior número de roubos, sequestros, entre outros crimes. Outro argumento, de acordo com Peppiatt, Mitchell e Holzmann (2001), é que as transferências de renda têm o potencial de marginalizar grupos vulneráveis, tais como mulheres, e escolher quem tem direito à assistência é algo sensível. Outro efeito negativo potencial refere-se à inflação decorrente do aumento da atividade econômica nas regiões beneficiadas. Assim, a discussão perpassa também pela necessidade de que programas de transferência de renda sejam bem desenhados e articulados à outras políticas de reparação, a fim de que as vantagens superem as desvantagens. Ademais, em contextos de emergências e desastres, as transferências sozinhas não são suficientes para reestabelecer os meios de vida dos atingidos e são necessárias políticas de recuperação complementares, sejam educacionais, de saúde, infraestrutura, entre outras (ADAMS, 2007; BAILEY; SAVAGE; O'CALLAGHAN, 2008).

Este trabalho contribui para a literatura de avaliação de PTRs, principalmente em casos de desastres, ao estudar o maior programa de transferência de renda privado do mundo, ocorrido em Brumadinho (TRINDADE, 2024). Essa análise se faz por meio de um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) com sólida fundamentação teórica e bases de dados bem construídas, que refletem a realidade da economia em questão. Desta forma, é possível identificar os principais efeitos econômicos do PTR de forma isolada e, assim, tornar mais rica e confiável a avaliação de políticas em contextos de emergências.

3 METODOLOGIA

A escolha da estrutura de equilíbrio geral como metodologia central deste trabalho se dá pela sua capacidade de avaliar efeitos diretos e indiretos de uma política ao explicitar o comportamento e as relações interdependentes entre os diferentes setores e agentes econômicos, assim como a alocação de recursos de uma economia. A abordagem de equilíbrio geral detalha os insumos, fatores e demandantes de uma região, de modo a relacionar a demanda e oferta deles por meio de preços relativos. É possível, portanto, avaliar consequências sobre consumo, produção e investimentos.

Este artigo utiliza o modelo de equilíbrio geral computável IMAGEM-Brumadinho, que é uma aplicação do modelo *Integrated Multi-regional Applied General Equilibrium Model - Minas Gerais* (IMAGEM-MG). Para este trabalho, foi necessária a regionalização do modelo para as regiões afetadas pelo desastre, de forma a especificar as economias atingidas.

O IMAGEM-Brumadinho é um modelo *bottom-up*, com um conjunto de equações linearizadas cujas soluções são apresentadas na forma de taxas de crescimento (modelo do tipo Johansen) e tem sua estrutura teórica derivada do modelo TERM (HORRIDGE, 2012; HORRIDGE; MADDEN; WITTWER, 2005).

Em termos gerais, o IMAGEM-Brumadinho é um modelo inter-regional dinâmico cuja estrutura central é composta por blocos de equações que representam a economia como um todo, pois descrevem as motivações e comportamentos de todos os produtores e consumidores, bem como do governo, dos investidores, do setor externo e das famílias, em uma economia e as ligações entre eles. Estes blocos determinam relações de oferta e demanda, derivadas de hipóteses de otimização e condições de equilíbrio de mercado. Ademais, vários agregados nacionais são definidos, como nível de emprego, PIB, saldo comercial regional e índices de preços.

Os setores produtivos minimizam os custos de produção sujeitos a uma tecnologia de retornos constantes de escala em que as combinações de insumos intermediários e fator primário (agregado) são determinados por coeficientes fixos (Leontief). Há substituição via preços entre produtos domésticos e importados na composição dos insumos via função de elasticidade de substituição constante (CES). Uma especificação CES também controla a alocação do composto doméstico entre as diversas regiões. Também ocorre substituição entre capital e trabalho na composição dos fatores primários por meio de funções CES.

As famílias, setores e investidores escolhem entre produtos ou insumos domésticos e importados (de outro país) por uma especificação CES (hipótese de Armington¹), baseada no preço de compra. Os setores produzem em retornos constantes de escala e utilizam, além dos insumos, fatores

¹ Bens de diferentes origens são tratados como substitutos imperfeitos.

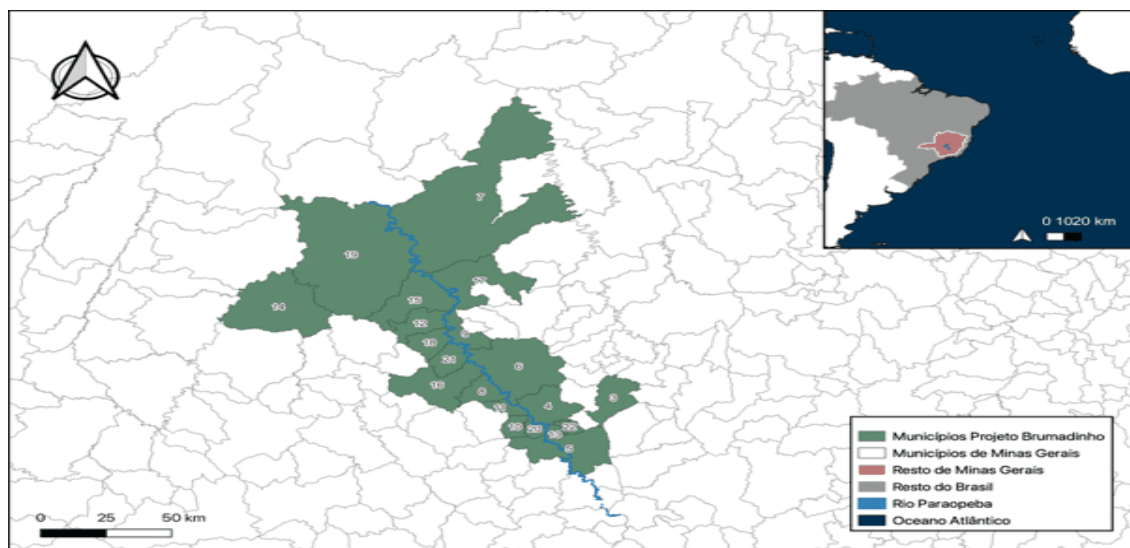
primários de produção: trabalho, capital e terra. Por outro lado, as equações de demanda das famílias estão especificadas por preferências CES/Klein-Rubin, de forma que primeiramente elas escolhem entre produtos domésticos e importados por uma CES e, em seguida, sua utilidade é maximizada por uma agregação Klein-Rubin dos bens compostos. Por fim, os “investidores”, para produzir capital, escolhem entre insumos domésticos e importados por uma especificação CES e o seu conjunto dos insumos intermediários compostos é formado pela combinação em proporções fixas (Leontief).

Há equilíbrio de mercado para todos os bens, tanto domésticos como importados, assim como no mercado de fatores (capital e trabalho) em cada região. As demandas por margens (transporte e de comércio) são proporcionais aos fluxos de bens aos quais as margens estão conectadas. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso em cada região (produtores, investidores, famílias, exportadores e governo) são a soma dos valores básicos, impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens (de comércio e transporte). O consumo do governo é exógeno.

3.1 Base de Dados e Regionalização

A base de dados do modelo IMAGEM-Brumadinho utiliza informações retiradas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), Comércio Exterior (SECEX), Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), entre outras fontes, a fim de estimar indicadores macroeconômicos alocados para cada região do modelo, tais como: Produto Interno Bruto (PIB), investimentos, gastos governamentais, dispêndios familiares, importações e exportações. Ela é composta, portanto, de 22 regiões, sendo 19 municípios definidos conforme as áreas atingidas pelo desastre, além de Belo Horizonte, uma única região composta por todos os outros municípios do estado de Minas Gerais e outra região representando o restante do Brasil (Figura 1).

Figura 1: Regionalização do modelo IMAGEM-Brumadinho



Fonte: elaboração própria

Os 19 municípios se estendem de Brumadinho até a represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo. São eles: Betim, Brumadinho, Curvelo, Esmeraldas, Florestal, Fortuna de Minas, Igarapé, Juatuba, Maravilhas, Mário Campos, Martinho Campos, Papagaios, Pará de Minas, Paraopeba, Pequi, Pompéu, São Joaquim de Bicas, São José da Varginha e Sarzedo.

A partir da definição das regiões que farão parte do modelo, utilizam-se diferentes fontes de dados de modo a construir matrizes regionais que considerem as participações destas regiões nos dados. A principal fonte primária é a Matriz de Insumo-Produto de 2015 (IBGE, 2018), a mais recente disponível.

Além disso, utiliza-se dados do Produto Interno Bruto dos 5570 municípios brasileiros obtidos no SIDRA/IBGE desagregado em: i) Valor Adicionado Bruto da Agropecuária; ii) Valor Adicionado Bruto da Indústria; iii) Valor Adicionado Bruto dos Serviços; iv) Valor Adicionado Bruto da

Administração Pública; v) Valor Adicionado Bruto Total; vi) Impostos; e vi) PIB total. Por fim, são adicionados dados de massa de salário da atividade formal para os 5570 municípios brasileiros da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), disponível até 2018, por município e setores de atividade. Para a regionalização do ano base, é necessário dados de massa salarial por atividade e município em 2015, para desagregação do fator primário trabalho no modelo.

O procedimento de regionalização da base de dados inicial se baseia na metodologia proposta em Horridge (2012), adaptado para o caso brasileiro. Durante o procedimento, busca-se a consistência da base de dados com os dados oficiais das Contas Regionais, Contas Nacionais, Matriz de Insumo-Produto, informações do IBGE; e Comercio Exterior (SECEX), Produção Industrial (PIA) e Emprego (RAIS). A agregação setorial prioriza setores direta e indiretamente afetados pelo rompimento da barragem de Córrego do Feijão, assim como pelas transferências de renda. São eles: Agricultura, Pecuária, Produtos da Exploração Florestal e Silvicultura, Pesca, Minério de Ferro, Indústria Extrativa, Indústria de Transformação, Serviços Industriais de Utilidade Pública, Comércio e Serviços.

A tabela 1 mostra a composição setorial dos municípios atingidos. Os serviços respondem por 45,9% da produção total, seguido pela indústria de transformação (27,6%) e comércio (10,1%). Em meio aos municípios afetados pelo desastre de Brumadinho, o perfil de produção é bastante heterogêneo. Destaca-se Brumadinho e Sarzedo, que possuem a extração de minério de ferro responsável por 17,6% da produção em cada um, sendo o terceiro setor com maior participação em ambos os municípios. A indústria de transformação, segunda maior responsável pela produção total, tem destaque em Betim (57,1%) e Juatuba (47,0%). Por fim, o comércio tem maior representatividade em Florestal (14,0%) e Papagaios (12,8%).

Em relação à demanda das famílias, sua proporção em relação ao PIB das regiões do modelo também é diversa, embora significativa de modo geral. Ressalta-se maior peso em municípios de menor porte, como em São Joaquim de Bicas (84,4%), Papagaios (70,7%) e Maravilhas (70,2%).

3.2 Descrição da Base de Dados das Transferências de Renda

A Tabela 2 descreve o total transferido por ano aos outros 17 municípios que compõem a regionalização proposta no modelo no período considerado para este trabalho. Brumadinho é responsável 51,5% do montante total transferido entre 2019 e 2022, seguido por Betim (15,1%) e São Joaquim de Bicas (12,1%). O menor volume financeiro foi transferido ao município de Maravilhas, com 0,1% do total.

Os recursos começaram a ser transferidos a partir de abril de 2019, retroativos ao mês de fevereiro do mesmo ano, quando a Vale assinou um acordo junto a 6ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias de Belo Horizonte (VALENTE; CANOFRE, 2019). Inicialmente, o auxílio foi acordado em um salário mínimo para cada adulto morador de Brumadinho, meio salário para cada adolescente e um quarto de salário para cada criança. Além disso, o acordo também previa pagamentos para moradores em até 1 km da calha do Rio Paraopeba desde Brumadinho até Pompéu. Desta forma, a Vale foi responsável pelos pagamentos até outubro de 2021, somando R\$2,3 bilhões transferidos.

A partir de novembro de 2021, em âmbito do Acordo Judicial de Reparação homologado pelo Governo de Minas Gerais em conjunto com o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), o Ministério Público Federal (MPF) e a Defensoria Pública de Minas Gerais (DPMG), a Fundação Getúlio Vargas (FGV) assumiu a operacionalização dos pagamentos do Auxílio Emergencial, agora denominado Programa de Transferência de Renda (PTR).

Tabela 1: Participação dos setores do Modelo IMAGEM-Brumadinho no total da produção setorial por região

Região	Agricultura	Pecuária	Produtos de Exploração	Pesca	Indústria Extrativa	Minério de Ferro	Indústria de Transformação	SIUP	Comércio	Serviços	Total
Resto do Brasil	2,9%	1,2%	0,2%	0,1%	2,0%	0,3%	27,4%	9,4%	10,2%	46,3%	100,0%
Resto de Minas Gerais	5,0%	2,4%	0,2%	0,1%	0,6%	1,9%	30,0%	9,5%	8,8%	41,4%	100,0%
Belo Horizonte	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	6,7%	19,8%	9,2%	11,9%	52,0%	100,0%
Betim	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	57,1%	11,8%	5,4%	25,4%	100,0%
Brumadinho	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	17,6%	39,0%	13,0%	4,8%	25,0%	100,0%
Curvelo	1,5%	3,4%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	14,7%	6,3%	12,3%	61,6%	100,0%
Esmeraldas	2,2%	3,9%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	10,9%	4,2%	12,6%	65,9%	100,0%
Florestal	2,8%	13,9%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	10,1%	4,5%	14,0%	54,6%	100,0%
Fortuna de Minas	6,8%	19,5%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	7,2%	5,0%	11,9%	49,5%	100,0%
Igarapé	0,4%	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	19,9%	7,4%	12,6%	59,1%	100,0%
Juatuba	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	1,5%	0,4%	47,0%	15,5%	6,3%	29,1%	100,0%
Maravilhas	3,4%	11,7%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	15,6%	2,9%	12,9%	53,4%	100,0%
Mario Campos	0,1%	1,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	11,9%	3,2%	16,5%	67,2%	100,0%
Martinho Campos	8,0%	17,2%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	15,1%	6,6%	8,9%	44,1%	100,0%
Papagaios	2,0%	9,4%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	13,8%	7,5%	12,8%	54,2%	100,0%
Pará de Minas	0,3%	5,9%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	31,2%	8,9%	8,7%	44,7%	100,0%
Paraopeba	2,9%	4,9%	1,1%	0,0%	0,2%	0,0%	25,9%	10,0%	9,1%	45,8%	100,0%
Pequi	8,5%	27,4%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	3,6%	2,1%	11,0%	47,4%	100,0%
Pompeu	11,5%	10,1%	2,1%	0,0%	0,2%	0,0%	25,6%	4,0%	8,0%	38,5%	100,0%
São Joaquim de Bicas	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	1,1%	0,3%	31,1%	13,0%	9,3%	45,0%	100,0%
São José da Varginha	8,7%	39,5%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	8,1%	2,0%	8,5%	33,0%	100,0%
Sarzedo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,6%	32,9%	10,1%	7,0%	32,3%	100,0%
Total	3,0%	1,2%	0,2%	0,1%	1,9%	0,5%	27,6%	9,4%	10,1%	45,9%	100,0%

Fonte: base de dados do modelo IMAGEM-Brumadinho

Tabela 2: Auxílio Emergencial/PTR transferidos entre 2019 e 2022, por município

Municípios Contemplados	2019	2020	2021	2022	Total	Participação %
Betim	R\$ 187.921.239,02	R\$ 86.781.456,07	R\$ 110.194.947,26	R\$ 140.480.947,15	R\$ 525.378.589,50	15,1%
Brumadinho	R\$ 540.108.343,97	R\$ 354.506.075,23	R\$ 432.042.045,55	R\$ 465.215.821,94	R\$ 1.791.872.286,69	51,5%
Curvelo	R\$ 16.319.296,00	R\$ 8.390.621,35	R\$ 10.615.875,21	R\$ 13.351.523,15	R\$ 48.677.315,71	1,4%
Esmeraldas	R\$ 23.828.996,50	R\$ 12.853.882,77	R\$ 16.154.265,15	R\$ 19.802.294,25	R\$ 72.639.438,67	2,1%
Florestal	R\$ 7.173.374,50	R\$ 3.784.688,72	R\$ 4.644.208,83	R\$ 5.157.120,66	R\$ 20.759.392,71	0,6%
Fortuna de Minas	R\$ 3.089.059,50	R\$ 1.812.349,68	R\$ 3.201.836,97	R\$ 8.336.923,76	R\$ 16.440.169,92	0,5%
Igarapé	R\$ 4.937.804,82	R\$ 2.507.846,71	R\$ 3.074.385,14	R\$ 3.399.230,56	R\$ 13.919.267,22	0,4%
Juatuba	R\$ 95.781.304,00	R\$ 49.454.993,55	R\$ 61.059.232,49	R\$ 69.625.433,63	R\$ 275.920.963,67	7,9%
Maravilhas	R\$ 1.077.091,50	R\$ 565.011,42	R\$ 727.801,34	R\$ 976.739,50	R\$ 3.346.643,76	0,1%
Mário Campos	R\$ 75.205.552,50	R\$ 39.096.954,74	R\$ 48.169.666,41	R\$ 54.436.270,01	R\$ 216.908.443,66	6,2%
Papagaios	R\$ 2.150.191,00	R\$ 1.202.423,15	R\$ 1.469.094,20	R\$ 1.600.026,28	R\$ 6.421.734,62	0,2%
Pará de Minas	R\$ 3.028.181,50	R\$ 4.609.114,31	R\$ 5.232.840,82	R\$ 3.742.359,03	R\$ 16.612.495,66	0,5%
Paraopeba	R\$ 1.392.459,50	R\$ 790.435,72	R\$ 2.710.922,59	R\$ 11.522.921,20	R\$ 16.416.739,01	0,5%
Pequi	R\$ 2.122.247,00	R\$ 1.181.023,90	R\$ 1.506.957,13	R\$ 1.955.599,35	R\$ 6.765.827,38	0,2%
Pompeu	R\$ 3.208.320,50	R\$ 1.617.671,61	R\$ 2.158.679,60	R\$ 3.246.047,94	R\$ 10.230.719,65	0,3%
São Joaquim de Bicas	R\$ 141.744.013,96	R\$ 75.699.706,29	R\$ 94.008.939,79	R\$ 109.855.400,97	R\$ 421.308.061,01	12,1%
São José da Varginha	R\$ 4.123.736,00	R\$ 2.503.626,60	R\$ 3.107.705,38	R\$ 3.624.472,69	R\$ 13.359.540,67	0,4%
Total	R\$ 1.113.211.211,77	R\$ 647.357.881,82	R\$ 800.079.403,83	R\$ 916.329.132,09	R\$ 3.476.977.629,51	100%

Fonte: VALE, 2022; FGV, 2023

Nota: dados trabalhados pelo autor

De acordo com os dados divulgados pela Vale (VALE, 2023), em dezembro 2019, 104,4 mil pessoas recebiam o auxílio, sendo 50,9 mil moradores de Brumadinho. Em dezembro de 2020, o total de beneficiários caiu para 97,5 mil pessoas, sendo 49,5 mil de Brumadinho. Ao final de outubro de 2021, último mês de pagamentos operacionalizado pela Vale, o número total de pessoas beneficiadas era 99,3 mil, onde 49,9 mil eram de Brumadinho. Em setembro de 2023, a FGV divulgou o total de 123,5 mil contemplados (FGV PTR, 2023), porém não há informações públicas sobre o número histórico de beneficiários desde que a mesma assumiu a operacionalização do PTR. É possível concluir que o número de beneficiários aumentou já em novembro de 2021, visto que o montante total de transferências em 2021 é 23,6% maior em relação ao ano anterior. A razão deste aumento é, principalmente, devido à inclusão de novas poligonais no Programa e, portanto, novos beneficiários, conforme divulgado mensalmente no site destinado ao PTR². Por fim, é necessário considerar que o aumento do montante total entre os períodos analisados é também devido aos reajustes aplicados ao benefício, que é calculado em salário mínimo.

4 SIMULAÇÕES E RESULTADOS

A simulação proposta tem o objetivo de avaliar os impactos econômicos do Auxílio emergencial/Programa de Transferência de Renda ocorrido em Brumadinho e região após o rompimento da barragem de Córrego de Feijão. A estratégia de simulação utilizada se baseia em dois fechamentos, a saber: o cenário base, que replica a trajetória tendencial da economia; e o cenário de política, que busca simular o impacto líquido das transferências sobre as regiões do modelo IMAGEM-Brumadinho.

Para a operacionalização dos fechamentos, assumiu-se que toda a renda oriunda do auxílio emergencial/PTR foi direcionada ao consumo das famílias. A hipótese é razoável quando se leva em consideração o ambiente econômico durante o período, que inclui a pandemia de Covid-19, onde as famílias perderam fontes de renda. Além disso, ela remete à característica principal de auxílios monetários pós-desastres: amparar famílias em situação de vulnerabilidade, mantendo suas necessidades básicas e meios de vida (CRETI; JASPARS; OXFAM GB, 2006). A composição setorial do consumo total das famílias é definida endogenamente.

Assim, para o ano de 2019, um vetor de choques sobre o consumo da família representativa do modelo foi construído a partir da razão entre i) o valor total transferido por região r no período t e ii) o consumo das famílias por região r no período $t-1$, conforme demonstrado na Equação 1:

$$\text{Choque}_t^r = \frac{\text{Valor total transferido}_t^r}{\text{Consumo das famílias}_{t-1}^r} * 100 \quad (1)$$

Para o período entre 2020 e 2022, foi construída uma matriz cujos valores são calculados através da razão entre i) a variação das transferências por região r no período t e ii) o consumo das famílias por região r no período $t-1$:

$$\text{Choque}_t^r = \frac{\Delta \text{Valor total transferido}_t^r}{\text{Consumo total das famílias}_{t-1}^r} * 100 \quad (2)$$

Onde o numerador é a diferença entre o valor total transferido por região r no período t e o valor total transferido por região r no período $t-1$:

$$\Delta \text{Valor total transferido}_t^r = \text{Valor total transferido}_t^r - \text{Valor total transferido}_{t-1}^r \quad (3)$$

Desta maneira, a diferenciação dos choques por ano permite que o impacto das transferências seja cumulativo nas simulações a partir da dinâmica recursiva do modelo. A variável *whoutot* (variação no consumo nominal das famílias) recebeu choques entres os anos de 2019 e 2022, no cenário de política.

² <https://ptr.fgv.br/transparencia>

Os choques principais ocorreram em 2019, primeiro ano de Auxílio Emergencial. Destacam-se Mario Campos (111,9%), Brumadinho (84,7%) e São Joaquim de Bicas (37,6%). Mario Campos e São Joaquim de Bicas são municípios que fazem fronteira com Brumadinho e possuem 15,9 e 34,3 mil moradores, respectivamente, segundo o Censo Demográfico de 2022. O primeiro possuía 7,3 mil pessoas beneficiadas pelo Auxílio ao fim de 2019 (VALE, 2023). São Joaquim de Bicas, por sua vez, faz parte da Bacia do Rio Paraopeba e possuía 13,5 pessoas recebendo o auxílio na mesma data.

No ano seguinte, grande parte dos choques são negativos, uma vez que o montante total de transferências caiu 41,8% em relação ao ano anterior. Os maiores choques são, novamente, Mário Campos (-49,7%), Brumadinho (-26,9%) e São Joaquim de Bicas (-16,2%).

Os choques voltam a ser positivos em 2021, reflexo do aumento de beneficiários já mencionado na seção 2.5, mas não retornam à magnitude observada em 2019, o que indica a manutenção dos valores transferidos. Em 2022, o maior choque foi em Fortuna de Minas (29,0%), cidade que também faz parte da bacia do Rio Paraopeba. O montante total de transferências passou de R\$3,1 milhões, em 2019, para R\$8,3 milhões em 2020, aumento de 167,7%.

As seções a seguir apresentam os resultados obtidos a partir das simulações apresentadas.

4.1 Resultados da Simulações

Nesta seção apresentam-se os resultados obtidos através das simulações sobre os principais agregados macroeconômicos e sobre setores selecionados dentre os considerados no modelo IMAGEM-Brumadinho. Destaca-se, novamente, que os números apresentados significam desvios percentuais acumulados entre 2019 e 2022 em relação ao cenário que representa a trajetória tendencial da economia, exceto quando dito o contrário. Assim, o resultado apresenta o efeito líquido das transferências sobre as economias.

Os resultados são apresentados para o município de Brumadinho, onde ocorreu o rompimento da barragem de Córrego do Feijão, fato gerador do Auxílio Emergencial/PTR. Em seguida são apresentados os resultados das regiões definidas na modelagem.

4.1.1 Município de Brumadinho

Os resultados sugerem que o ganho acumulado sobre o PIB como produto do Auxílio Emergencial/PTR de 2019 a 2022 foi de 1,96%, impactado positivamente pelo consumo das famílias, seguido pelas importações, investimentos e exportações. Em outras palavras, as transferências contribuíram para sustentar um crescimento de 1,96% do PIB de Brumadinho em relação a um cenário em que não existiriam. A Tabela 3 apresenta o resultado percentual acumulado sobre indicadores selecionados no município de Brumadinho no período considerado nas simulações.

Tabela 3: Impacto das transferências de renda sobre indicadores econômicos em Brumadinho-MG (desvio percentual acumulado em relação ao cenário base)

Indicadores	2019- 2022
PIB	1,96
Consumo das Famílias	56,01
Investimentos	4,34
Exportações	0,08
Importações	7,08
Emprego	-0,73
Índice de Preços	5,20

Fonte: elaboração própria

O crescimento de 56,01% no consumo das famílias em relação ao cenário base é gerado pelos choques implementados. Ao longo do período, no entanto, houve uma grande variação deste indicador. As transferências foram responsáveis pelo crescimento do consumo das famílias em 75,93% no ano inicial de auxílio. A queda nos anos seguintes reflete o decréscimo observado no volume de transferências.

Ao longo do período, as transferências teriam sustentado investimentos sobre a economia de Brumadinho, em 4,34% no acumulado. As exportações reverteram uma trajetória negativa e tiveram crescimento de 0,08% no intervalo considerado. Ambos resultados sugerem a importância das transferências sobre a solidez da aceleração econômica observada ao longo do tempo na cidade.

Apesar do resultado positivo, as exportações têm o menor desvio acumulado entre os indicadores, o que pode ser explicado pelo crescimento do índice de preços, cuja evolução foi de 5,20% entre 2019 e 2022. O aumento de preços leva à queda das exportações, dado que o modelo trabalha com curvas de demanda negativamente inclinadas. O aumento das importações, por sua vez, responde ao forte aquecimento da demanda local com o crescimento do consumo das famílias.

O crescimento do índice de preços é um efeito amplamente citado pela literatura que foi pouco observado em outros programas similares. O tamanho do programa de transferência de renda em Brumadinho é determinante para este resultado, que foi ainda mais significativo no primeiro ano de auxílio, com impacto de 7,23% em 2019. Individualmente, o setor que teria contribuído para o aumento do índice de preços foi o de aluguel imputado³ (4,54% acumulados até 2022), seguido por serviços de alimentação (0,53%).

Os números apontam variação negativa no emprego de -0,73% acumulada em 4 anos, o que parece contraintuitivo dado que as transferências de renda tendem a criar um ciclo virtuoso de geração de empregos e renda a partir do estímulo ao consumo das famílias. É importante esclarecer, porém, que o modelo IMAGEM-Brumadinho considera o emprego regional endógeno, onde a migração acontece a partir do diferencial de salários regionais. Assim, uma região que reduz sua participação no mercado de trabalho o faz em detrimento do aumento do emprego em outras localidades. Além disso, o emprego responde ao nível de atividade setorial, cujo impacto da produção no emprego será menor quanto maior o caráter capital intensivo do setor (SIMONATO, 2023).

Dito isso, os maiores desvios setoriais positivos acumulados em relação ao cenário base seriam dos setores de trabalho intensivo, como comércio (2,58%), agricultura (1,62%) e serviços (0,88%). Destes, os subsetores com maiores crescimentos foram: serviços de alimentação (18,26%), que incluem restaurantes, lanchonetes, bares, serviços ambulantes de alimentação e buffet; organizações patronais, sindicais e outros serviços associativos (13,33%); transporte terrestre de passageiros (10,27%); educação privada (7,29%) e outros produtos alimentares (7,29%), que incluem panificadoras, massas alimentícias etc.

Em contrapartida, os maiores desvios negativos seriam em serviços de utilidade pública (-3,66%), indústria extrativa (-3,62%) e pecuária (-1,53%). A exploração de minério de ferro e a indústria extrativa têm grande representatividade no mercado de trabalho na cidade, apesar do caráter capital intensivo destas atividades. A redução de ambos, em razão, sobretudo, da queda das exportações, teria contribuído para o efeito negativo sobre os empregos.

Tais resultados foram identificados em outros estudos, que previam aumento da oferta e demanda de bens de consumo e serviços, sobretudo consumo de alimentos, roupas, móveis, serviços de saúde, entre outros. Ainda, a literatura identifica maior investimento em atividades agrícolas e abertura de pequenos estabelecimento comerciais (BASTAGLI et al., 2016). Fica evidente também o peso dos alimentos na cesta de consumo das famílias no geral, embora o Auxílio Emergencial/PTR não tivesse como critério atingidos de baixa renda. Além do crescimento do setor de serviços, o gasto em alimentação também pode ser relacionado ao crescimento do comércio, agricultura e indústria de transformação.

³ O Sistema de Contas Nacionais (SNC) separa o aluguel de imóveis entre aluguel efetivo e aluguel imputado. O aluguel imputado é a estimativa do quanto um ocupante pagaria de aluguel em um imóvel próprio. Para mais informações, consultar IBGE (2015).

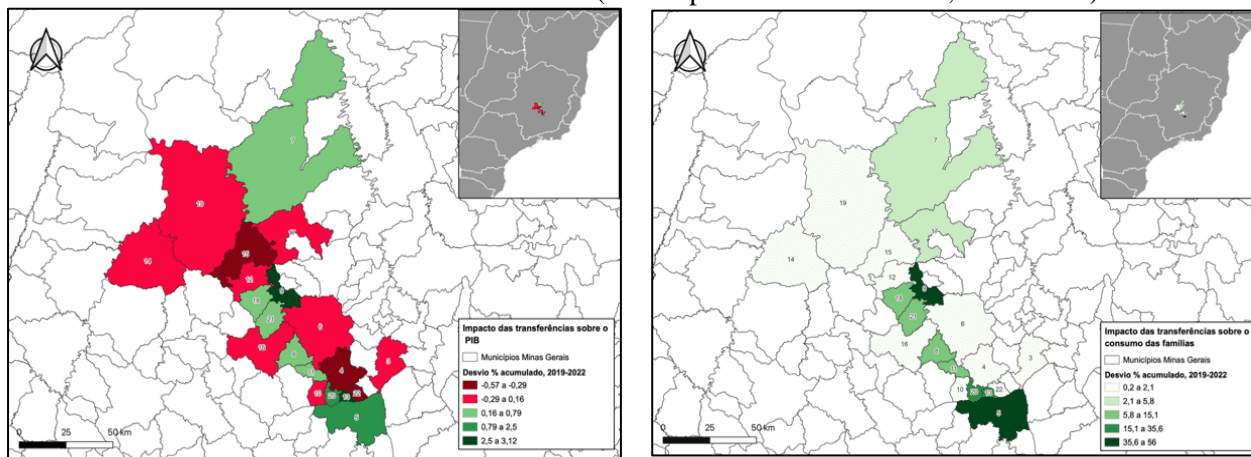
A próxima seção apresenta os resultados para as demais regiões do modelo. Serão explorados os 19 municípios considerados no processo de regionalização, excluindo o restante de Minas Gerais e do Brasil devido à pequena representatividade dos resultados.

4.1.2 Demais Regiões

O impacto das transferências sobre o PIB dos municípios considerados no modelo (Figura 2) é bastante diverso. As cidades com maiores desvios acumulados do PIB entre 2019 e 2022 foram: Fortuna de Minas (3,12%), Mário Campos (2,93%) e São Joaquim de Bicas (2,50%). Assim, as transferências teriam contribuído para sustentar um crescimento do PIB nestes municípios em relação a um cenário em que não ocorreram. Estes municípios, em conjunto com Brumadinho (1,96%) e Juatuba (0,46%), foram os que receberam os maiores choques no primeiro ano de simulação. Este resultado sublinha o maior peso do auxílio sobre o consumo das famílias nestes municípios.

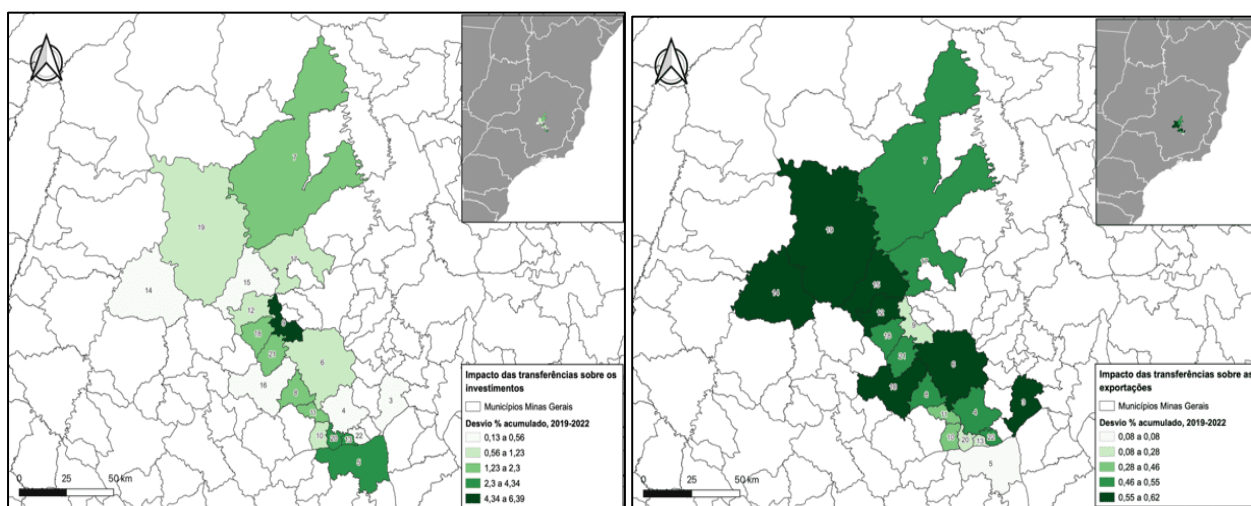
As simulações também mostram municípios afetados negativamente, muito em razão de efeitos competitivos entre as regiões: Betim (-0,57%), Sarzedo (-0,47%) e Papagaios (-0,29%), onde Sarzedo não recebeu recursos do Auxílio Emergencial/PTR.

Figura 2: Impacto das transferências de renda sobre o PIB (a) e consumo das famílias (b) nas regiões do Modelo IMAGEM-Brumadinho (desvio percentual acumulado, 2019-2022)



(a) PIB

(b) Consumo das famílias



(c) Investimentos

(d) Exportações

Fonte: elaboração própria

Municípios: 3. Belo Horizonte; 4. Betim; 5. Brumadinho; 6. Esmeraldas; 7. Curvelo; 8. Florestal; 9. Fortuna de Minas; 10. Igarapé; 11. Juatuba; 12. Maravilhas; 13. Mário Campos; 14. Martinho Campos; 15. Papagaios; 16. Pará de Minas; 17. Paraopeba; 18. Pequi; 19. Pompéu; 20. São Joaquim de Bicas; 21. São José da Varginha; 22. Sarzedo.

Em relação aos componentes do PIB, o consumo das famílias teria sido impactado positivamente em toda as regiões, com destaques para Brumadinho (56,01%), Fortuna de Minas (51,74%), Mário Campos (35,65%) e São Joaquim de Bicas (25,49%). Observa-se que, mesmo entre os municípios que não receberam choques – Belo Horizonte, Sarzedo e Martinho Campos -, os resultados encontrados foram positivos, o que indica o transbordamento dos efeitos da política sobre as regiões não beneficiadas pelas transferências, via efeitos de comércio inter-regional.

Os investimentos também demonstraram resposta positiva e significativa às transferências. Novamente, os destaques foram Fortuna de Minas (6,39%), Brumadinho (4,34%), Mário Campos (4,22%) e São Joaquim de Bicas (3,63%).

Similarmente, as projeções apontam que as exportações aumentaram de forma generalizada nas regiões do modelo, embora com menor magnitude. Os maiores desvios foram Martinho Campos (0,62%), Papagaios (0,60%) e Pompeu (0,59%). Os menores desvios foram em Brumadinho (0,08%), São Joaquim de Bicas (0,25%), Fortuna de Minas (0,26%) e Mário Campos (0,28%).

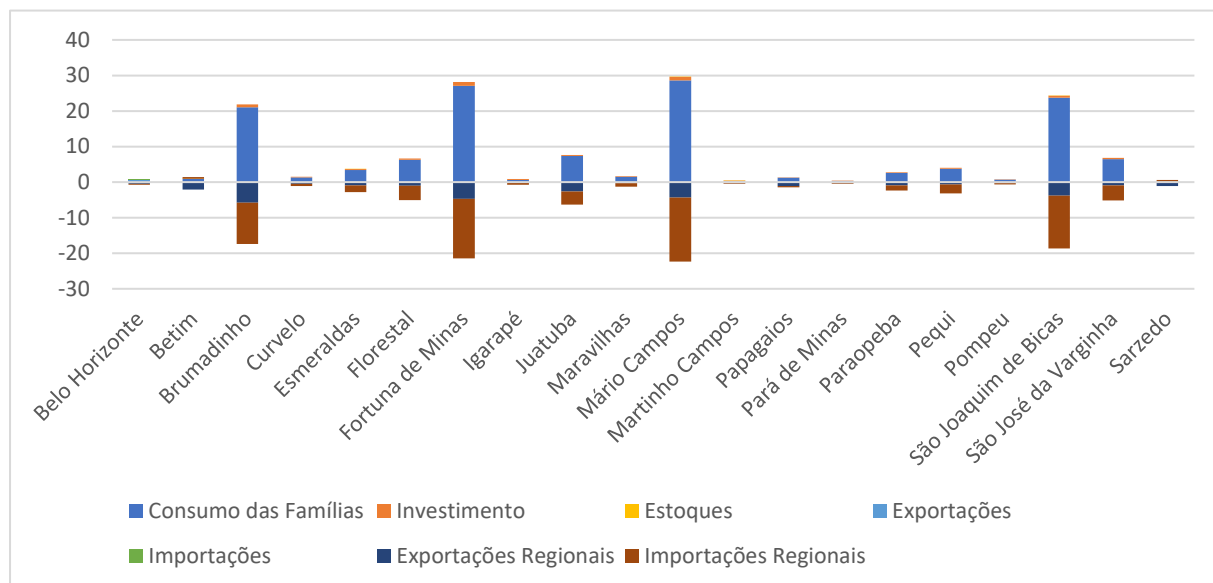
Parte do desempenho das exportações pode ser explicado pelo aumento do índice de preços (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) em Brumadinho (5,28%), Fortuna de Minas (4,92%), Mário Campos (3,65%) e São Joaquim de Bicas (2,61%), já que o modelo trabalha com curvas de demanda negativamente inclinadas ao preço doméstico. Da mesma forma como ocorreu em Brumadinho, as transferências foram determinantes no crescimento do índice de preços nas demais regiões do modelo. Em contrapartida, Martinho Campos (-0,45%), Belo Horizonte (-0,32%) e Pará de Minas (-0,30%) tiveram menor desvio acumulado nos preços, que engendra maior impacto positivo sobre as exportações. Apesar do resultado positivo, porém, as exportações não foram muito afetadas pelas transferências. Isto também pode ser efeito do aumento do consumo regional, onde as exportações caem para atender o aumento da demanda.

Desta forma, conclui-se que o principal indicador responsável pelo crescimento econômico ocasionado pelas transferências de renda foi o consumo das famílias, conforme demonstrado no Gráfico 1, que retrata a contribuição dos componentes na composição do PIB de cada região. Elas superam o papel detrator das exportações/importações regionais dos municípios que mais receberam choques, como Brumadinho, Fortuna de Minas e Mário Campos, impactadas pelo aumento da demanda das famílias e dos preços e, por conseguinte, das importações

Ademais, as transferências contribuem pouco para o PIB das regiões que não receberam choques – Belo Horizonte, Sarzedo e Martinho Campos -, embora o indicador apresente desvios negativos marginais nestas cidades. Isto porque o aumento das importações impacta mais negativamente o PIB destas regiões, que não foi compensado com o aumento do consumo causado indiretamente pelas transferências. Além disso, o aumento do investimento é pequeno nestas regiões.

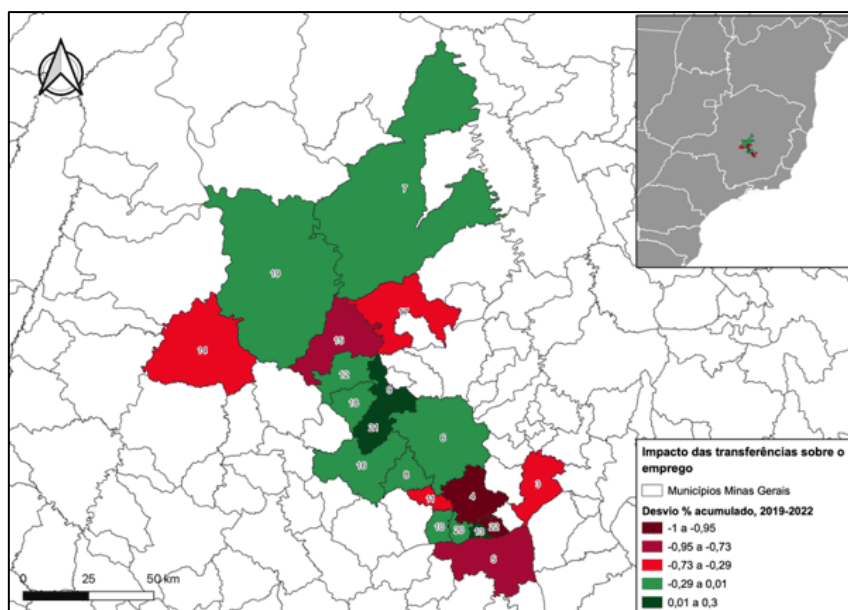
A repercussão do aumento do consumo e investimento sobre emprego é bastante heterogênea e depende da composição setorial de cada município. Assim, em relação ao emprego (Figura 3), os maiores desvios encontram-se em Mário Campos (0,30%), São José de Varginha (0,12%) e Fortuna de Minas (0,08%). Os piores impactos, por outro lado, foram em Betim (-1,0%), Sarzedo (-0,95%) e Papagaios (-0,81%). Diferentemente do que ocorreu em Brumadinho, as cidades que receberam os maiores choques responderam positivamente ao aumento da demanda das famílias e dos investimentos, que se traduziu em criação de empregos, embora timidamente. Nestes casos, a estrutura produtiva destas cidades se apoia, em sua maioria, em atividades intensivas em trabalho, como comércio e serviços (que inclui administração pública).

Gráfico 1: Contribuição dos componentes na composição do PIB das regiões consideradas pelo Modelo IMAGEM-Brumadinho, 2019-2022



Fonte: elaboração própria

Figura 1: Impacto das transferências de renda sobre o emprego nas regiões do Modelo IMAGEM-Brumadinho (desvio percentual acumulado, 2019-2022)



Fonte: elaboração própria

Municípios: 3. Belo Horizonte; 4. Betim; 5. Brumadinho; 6. Esmeraldas; 7. Curvelo; 8. Florestal; 9. Fortuna de Minas; 10. Igarapé; 11. Juatuba; 12. Maravilhas; 13. Mário Campos; 14. Martinho Campos; 15. Papagaios; 16. Pará de Minas; 17. Paraopeba; 18. Pequi; 19. Pompéu; 20. São Joaquim de Bicas; 21. São José da Varginha; 22. Sarzedo.

No geral, regiões com maior participação das atividades intensivas em trabalho respondem melhor aos choques das transferências, dado que a população direciona o consumo para bens e serviços, em razão da composição de compras das famílias. Assim, os resultados indicam que serviços cresceram na maior parte das regiões, sendo os maiores desvios em São Joaquim de Bicas (1,80%), Mário Campos (1,67%) e Juatuba (1,34%). Os menores, por sua vez, estão em Belo Horizonte, Martinho Campos e Paraopeba, todos com pequena queda de 0,01%.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo almejou contribuir para a literatura dos efeitos econômicos dos programas de transferência de renda em desastres e emergências através da análise de efeitos regionais e setoriais do desastre tecnológico em Brumadinho - MG. Buscou-se quantificar os efeitos de tal estratégia de reparação por meio de um estudo aplicado para o caso da distribuição de Auxílio Emergencial/PTR em Brumadinho e região após o rompimento da barragem de Córrego do Feijão, ocorrido em 2019.

Para tal, foi desenvolvido um modelo de equilíbrio geral computável, inter-regional e dinâmico, que pudesse capturar os efeitos da transferência de renda citada através de uma forte especificação em teoria econômica e de bases de dados bem construídas. O modelo IMAGEM- Brumadinho utilizado neste artigo é capaz de estimar efeitos sobre preços, comércio inter-regional, mobilidade de fatores etc. oriundos de choques por meio de canais de causalidade detalhados.

Os resultados projetam que o Auxílio Emergencial/PTR foi responsável por variação positiva no consumo das famílias em todas as regiões do modelo, com destaque para Brumadinho (+56,01%), Fortuna de Minas (+51,74%) e Mário Campos (+35,65%). Este efeito positivo foi identificado inclusive em municípios que não receberam choques diretos, i.e. Belo Horizonte, Sarzedo e Martinho Campos, demonstrando os transbordamentos dos impactos por meio de relações inter-regionais e comerciais.

O impacto das transferências sobre o PIB e emprego das regiões é bastante heterogêneo em função dos efeitos competitivos entre os municípios, que afetam diferentemente os indicadores macrorregionais. No geral, regiões que receberam grande volume financeiro de transferências teriam apresentado resultado positivo sobre o PIB. Este resultado evidencia a importância do PTR em sustentar o crescimento econômico em meio a um cenário adverso através da manutenção do consumo da população. No município de Brumadinho, que recebeu o maior montante de transferências entre 2019 e 2022, as transferências teriam sido responsáveis por um crescimento do PIB de 1,96% em 4 anos. O maior impacto teria ocorrido em Fortuna de Minas, com desvio de 3,12%.

Desta forma, o Auxílio Emergencial/PTR ocorrido ao longo da bacia do rio Paraopeba tiveram potencial de manter um ciclo de consumo e manutenção do nível de atividades, como indicam os resultados acumulados obtidos em quatro anos de transferências. O impulso sobre consumo pode provocar efeitos sistêmicos, capaz de sustentar o crescimento econômico das regiões em meio a um desastre com consequências sérias que se estendem no longo prazo.

Embora o estudo se concentre apenas no horizonte de curto prazo, as repercussões negativas identificadas, como aumento de preços e queda de emprego, demonstram a necessidade de coordenação de diferentes formas de reparação. Através da diversificação das atividades econômicas dos municípios, a fim de que a mínero-dependência da região seja reduzida, os impactos negativos poderiam ser minimizados e os efeitos positivos estendidos. As transferências têm, portanto, papel limitado sobre a recuperação de áreas atingidas por desastres e não devem ser pensadas de forma isolada. Importante destacar também que o prazo previsto para fim das transferências é 2026 e, sem modificações estruturais nas economias das regiões consideradas, o efeito positivo sobre consumo das famílias pode ser revertido. Logo, é necessário considerar a dependência formada em torno deste tipo de política ao iniciar e encerrar esta e outros tipos de reparação similares.

Por fim, é de suma importância relembrar o aspecto social das transferências de renda. Embora fora do escopo deste trabalho, há diversos impactos negativos e positivos que não podem ser mensurados através de modelos econômicos e que, no entanto, são inerentes a este contexto. Através da literatura, destaca-se a liberdade da população beneficiada em escolher melhores empregos, investimento em educação, formação de poupança etc. Da parte negativa, destaca-se aumento de trânsito, poluição, barulho, migração, além de uma série de embates sociais entre os agentes envolvidos. Assim, as agendas de pesquisa neste assunto devem considerar reparações multidimensionais, como também são os desastres tecnológicos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, L. *Learning from cash responses to the tsunami: final report*. 2007
- AEDAS; NACAB; INSTITUTO GUAICUY. *RELATÓRIO CONJUNTO DAS ASSESSORIAS TÉCNICAS INDEPENDENTES*. 18 dez. 2020.
- BAILEY, S.; SAVAGE, K.; O'CALLAGHAN, S. Cash transfers in emergencies: A synthesis of World Vision's experience and learning. *A report commissioned by World Vision International*, 2008.
- BASTAGLI, F. *et al.* Cash transfers: what does the evidence say. *A rigorous review of programme impact and the role of design and implementation features*. London: ODI, v. 1, n. 7, 2016.
- CARDOSO, D. *Capital e trabalho no Brasil no século XXI: O impacto de políticas de transferência e de tributação sobre desigualdade, consumo e estrutura produtiva*. 2016. 279 f. 2016. PhD Thesis – Tese de Doutorado, Tese (Doutorado em Economia), Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.
- CRETI, P. The impact of cash transfers on local markets. p. 29–29, 2010.
- CRETI, P.; JASPARS, S.; OXFAM GB (Org.). *Cash-transfer programming in emergencies*. Oxford, UK: Oxfam GB, 2006. (Oxfam skills and practice).
- DEVEREUX, S. Can Social Safety Nets Reduce Chronic Poverty? *Development Policy Review*, v. 20, n. 5, p. 657–675, nov. 2002a.
- DEVEREUX, S. *et al.* Ethiopia's productive safety net programme (PSNP). *Trends in PSNP transfers within targeted households. Final report*. Sussex, UK: Institute of Development Studies and Indak International, 2006.
- DEVEREUX, S. Social protection for the poor: lessons from recent international experience. 2002b.
- DOOCY, S. *et al.* Implementing cash for work programmes in post-tsunami Aceh: experiences and lessons learned: Implementing Cash for Work Programmes in Post-Tsunami Aceh. *Disasters*, v. 30, n. 3, p. 277–296, set. 2006.
- DOOCY, S. *et al.* The Mercy Corps Cash for Work Program in Post-Tsunami Aceh. *Johns Hopkins Bloomberg, School of Public Health & MercyCorps*, 2005.
- DOOCY, S.; TAPPIS, H. Cash-based approaches in humanitarian emergencies: a systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, v. 13, n. 1, p. 1–200, jan. 2017.
- FGV PTR. *Transparência*. Disponível em: <<https://ptr.fgv.br/transparencia>>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- FIZBEIN, A.; SCHADY, N. *The economic rationale for conditional cash transfers*. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2009.
- FOCHEZATTO, A. Modelos de equilíbrio geral aplicados à análise de políticas fiscais: uma revisa da literatura. *Análise*, v. 16, jul. 2005.
- GILL, D. A.; RITCHIE, L. A. Contributions of Technological and Natech Disaster Research to the Social Science Disaster Paradigm. *Handbook of disaster research*. Cham: Springer International Publishing, 2018. .
- GOVERNO DE MINAS GERAIS. *Pró-Brumadinho*. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/anexo-i2-programa-de-transferencia-de-renda-populacao-atingida>>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- HARVEY, P. *Cash and vouchers in emergencies*. [S.l.]: Humanitarian Policy Group. Overseas Development Institute, 2005.
- HARVEY, P. Cash-based Responses in Emergencies. *IDS Bulletin*, v. 38, n. 3, p. 79–81, 2007.
- HARVEY, P. Editorial: mini special issue on cash transfers: Editorial: Mini Special Issue on Cash Transfers. *Disasters*, v. 30, n. 3, p. 273–276, 2006.

- HARVEY, P.; BAILEY, S. *Cash transfer programming and the humanitarian system. Background Note for the High Level Panel on Humanitarian Cash Transfers*. [S.l.]: Overseas Development Institute London, 2015
- HOFFMANN, R. Transferências de Renda e Redução da Desigualdade no Brasil e em Cinco Regiões, entre 1997 e 2005. *Ricardo Paes de Barros, Miguel Nathan Foguel, Gabriel Ulyssea*, p. 17, 2007.
- HOLM-NIELSEN, P. V.; RAJU, E.; FURU, P. The transformative effect of cash and voucher assistance experienced by humanitarian organizations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 80, p. 103238, out. 2022.
- HORRIDGE, M. The TERM Model and Its Database. In: WITTEWER, G. (Org.). *Economic Modeling of Water. Global Issues in Water Policy*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012. v. 3. p. 13–35. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/978-94-007-2876-9_2>. Acesso em: 16 set. 2023.
- LINHARES, Carolina. Brumadinho vive abalo emocional e bolha de crescimento econômico um ano após tragédia. *Folha de São Paulo*, 24 jan. 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/01/brumadinho-vive-abalo-emocional-e-bolha-de-crescimento-economico-um-ano-apos-tragedia.shtml>>. Acesso em: 24 jan. 2023.
- MATHERS, N.; SLATER, R. Social protection and growth: Research synthesis. *Australia: Department of Foreign Affairs and Trade Australian Government*, 2014.
- PAUL, B. K. *Environmental Hazards and Disasters: Contexts, Perspectives and Management*. 1. ed. Wiley, 2011. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119979616>>. Acesso em: 11 dez. 2022.
- PEPPIATT, D.; MITCHELL, J.; HOLZMANN, P. *Cash transfers in emergencies: evaluating benefits and assessing risks*. Overseas Development Institute London, 2001.
- PERRY, R. W. Defining disaster: An evolving concept. *Handbook of disaster research*. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 3–22.
- PRZYLUCKI, V.; HALLEGATTE, S. The Economics of Natural Disasters. *CESifo Forum*, v. 11, p. 14–24, jun. 2010.
- ROTTA, L. H. DA S. *et al.* The 2019 Brumadinho tailings dam collapse: Possible cause and impacts of the worst human and environmental disaster in Brazil. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*, v. 90, 2020.
- SEN, A. *Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation*. Oxford university press, 1981.
- SOARES, F. V. *et al.* Programas de transferência de renda no Brasil: impactos sobre a desigualdade. 2006.
- THOMPSON, C. *et al.* Brumadinho dam collapse induces changes in the microbiome and the antibiotic resistance of the Paraopeba River (Minas Gerais, Brazil). *Science of The Total Environment*, v. 865, p. 161278, mar. 2023.
- TRINDADE, Eliane. Brumadinho vive do “bolsa Vale” após 5 anos da tragédia. 10 jan. 2024. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/colunas/redesocial/2024/01/apos-cinco-anos-brumadinho-lida-com-dependencia-da-bolsa-tragedia-e-carestia.shtml>>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. UNISDR terminology on disaster risk reduction. *Geneva: United Nations*, 2009.
- VALE. VALE – INFORMAÇÕES SOBRE PAGAMENTO EMERGENCIAL. Disponível em: <<http://plataforma.projeto-brumadinho.ufmg.br/api/static/extraproceedings/51602a8c-50b7-4e2b-8a6b-ec6f208d21f2.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2023. 18 fev. 2023
- VALENTE, Rubens; CANOFRE, Fernanda. Vale faz acordo e vai indenizar todos os moradores de Brumadinho por um ano. 20 fev. 2019. Disponível em:

<<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/02/vale-se-compromete-em-acordo-a-indenizar-moradores-de-brumadinho-por-um-ano.shtml>>. Acesso em: 15 out. 2023.