

IMPACTOS MULTISETORIAIS DAS CHUVAS NO RIO GRANDE DO SUL

Dyego Matheus Vigilato de Souza¹

Julia Natália Ramos Brito²

Fernando Salgueiro Perobelli³

Resumo: Este artigo analisa os impactos econômicos sistêmicos do desastre climático ocorrido no Rio Grande do Sul em 2024, com foco na fragmentação das cadeias produtivas. O estado representa a quarta maior economia do país, respondendo, em média, por 6,1% do PIB nacional entre 2011 e 2021. As chuvas de 2024 provocaram 182 mortes e deixaram mais de 2 milhões de pessoas desalojadas e desabrigadas. O método de Extração Hipotética Parcial foi aplicado à Matriz de Insumo-Produto inter-regional (Rio Grande do Sul x restante do Brasil) de 2019 para mensurar a propagação setorial do choque econômico. Foram simulados cinco cenários, considerando paralisações entre 55 e 100 dias, nos setores de Agricultura, Construção, Comércio, Transporte Terrestre e Transporte Aéreo. Os resultados indicam que o Transporte terrestre foi o setor mais afetado, com retrações de até 23,692% do VBP, enquanto a Construção apresentou a menor variação. Entre os efeitos indiretos, a Fabricação de minerais não metálicos registrou redução de até 12,99% do VBP. Para emprego e valor adicionado (VA), uma paralisação de 100 dias na Agricultura respondeu por 61,30% da redução do emprego e 48,80% da redução do VA, enquanto, no Transporte aéreo, esses percentuais foram de 8,92% e 15,98%, respectivamente.

Palavras-chave: Extração Hipotética, Rio Grande do Sul, Desastre climático.

Abstract: This article analyzes the systemic economic impacts of the 2024 climate disaster in Rio Grande do Sul, focusing on the fragmentation of production chains. The state is the fourth-largest economy in Brazil, accounting for an average of 6.1% of the country's GDP between 2011 and 2021. The 2024 floods caused 182 deaths and left more than 2 million people displaced or homeless. The Partial Hypothetical Extraction Method was applied to the 2019 interregional Input–Output Matrix (Rio Grande do Sul × Rest of Brazil) to measure the sectoral propagation of the economic shock. Five scenarios were simulated, considering disruptions lasting between 55 and 100 days in the Agriculture, Construction, Trade, Land Transportation, and Air Transportation sectors. The results indicate that Land Transport was the most affected sector, with Gross Output reductions of up to 23.692%, whereas Construction exhibited the smallest variation. Among the indirect effects, Non-metallic Mineral Products Manufacturing recorded Gross Output losses of up to 12.99%. Regarding employment and value added (VA), a 100-day disruption in Agriculture accounted for 61.30% of the total employment reduction and 48.80% of the reduction in value added, while the corresponding figures for Air Transport were only 8.92% and 15.98%, respectively.

Keywords: Partial Hypothetical Extraction; Rio Grande do Sul; Climate Disaster..

Área de submissão: Área de Economia Regional

Classificação JEL: R15, Q54, C67.

¹Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGE-UFJF). E-mail: dyego.souza@estudante.ufjf.br

²Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGE-UFJF). E-mail: julia.natalia@estudante.ufjf.br

³Professor Doutor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGE-UFJF). E-mail: fernando.perobelli@ufjf.br

1 INTRODUÇÃO

Os eventos extremos correspondem a fenômenos climáticos de grande magnitude que, em razão de sua intensidade ou frequência, situam-se fora do padrão esperado. Nas últimas décadas, as mudanças climáticas têm se intensificado de forma acelerada, impulsionadas pelo aquecimento global (Meirelles *et al.*, 2022). Embora esse debate tenha ganhado maior destaque desde meados dos anos 1990 (Marengo *et al.*, 2024), as projeções recentes são cada vez mais alarmantes, indicando impactos severos. Tais efeitos já são percebidos pela população por meio de ondas de calor intensas, períodos prolongados de seca, episódios de frio atípico e chuvas torrenciais com consequências catastróficas (Loureiro *et al.*, 2014). Nesse cenário, o ano de 2024 se destaca pelo registro de temperaturas extremas em diversas regiões do mundo, resultando em danos significativos para milhares de pessoas.

A intensificação dos eventos extremos não é dissociada do processo de urbanização acelerada que marca as últimas décadas. A expansão urbana desordenada amplia a impermeabilização do solo, reduz a capacidade de drenagem natural e concentra populações em áreas de risco, tornando as cidades crescentemente vulneráveis a fenômenos hidrológicos extremos (Gu *et al.*, 2011), (Biesbroek; Swart; Van Der Knaap, 2009)). Nesse contexto, a literatura enfatiza que, enquanto estratégias de mitigação tendem a focar em metas globais, a adaptação emerge como uma necessidade essencialmente local, atribuindo ao planejamento espacial um potencial estratégico único para integrar essas duas frentes (Biesbroek; Swart; Van Der Knaap, 2009).

No contexto brasileiro, soma-se a esse cenário a heterogeneidade regional, que influencia tanto a ocorrência quanto a intensidade dos desastres. O Relatório de Avaliação Regional sobre o Risco de Desastres para a América Latina e o Caribe (RAR, 2024) aponta que os riscos e seus impactos têm crescido em ritmo superior à capacidade de resposta dos países, evidenciando a necessidade de ampliar investimentos em ações de mitigação e monitoramento contínuo. Conforme Perez *et al.* (2020), um país de dimensões continentais como o Brasil tende a experimentar esses eventos de maneira desigual entre suas regiões, sendo o nível de infraestrutura urbana e as disparidades socioeconômicas fatores centrais na forma como os choques se propagam e afetam a população.

O Rio Grande do Sul (RS) insere-se nesse cenário com especial relevância. Com cerca de 11 milhões de habitantes IBGE (2026) e participação de aproximadamente 3% no território nacional, o estado sustenta seu desenvolvimento econômico em atividades agropecuárias e industriais de grande peso para a economia brasileira. O RS é o sexto estado mais populoso do país, abriga cerca de 5,4% da população brasileira IBGE (2026) e figura como a quarta economia nacional, com participação média de aproximadamente 6,3% no PIB entre 2011 e 2021 (DEE-RS, 2025). Sua posição geográfica subtropical, na transição entre climas quentes de baixa latitude e climas moderados de latitude média (CEPED UFSC, 2013), contribui para maior instabilidade atmosférica e frequência de eventos extremos.

A relevância do Rio Grande do Sul para o Brasil supera sua participação direta no PIB. As relações inter-regionais de produção conectam a economia gaúcha ao restante do país por meio de cadeias de suprimento interdependentes. Antes de introduzir os setores mais estratégicos nessa estrutura, cabe destacar que, segundo Gonçalves, Braatz e Moraes (2016), 85,3% da movimentação de cargas gaúchas passa pelas rodovias do estado, o que torna o RS absolutamente dependente da logística de transportes e evidencia como uma ruptura logística interna ao estado tem reflexos sobre a economia nacional. Além disso, o valor adicionado dos setores intensivos em transporte, como a agropecuária e indústria, é relevante na composição do PIB gaúcho. Em 2024, antes das chuvas intensas que acometeram a região, as perspectivas econômicas eram promissoras, corroboradas pelo crescimento do PIB estadual de 6,6% no primeiro trimestre do ano, acima da média nacional de 2,6% (DEE-RS, 2025).

O relatório técnico do Governo do Rio Grande do SUL (DEE-RS, 2025), descreve de maneira

detalhada o comportamento setorial frente às chuvas no estado. A agropecuária apresentou perdas de áreas plantadas (em colheitas de arroz, milho, soja e trigo). Quando comparado ao mesmo período do ano de 2023 (final de abril a maio, período crítico das chuvas em 2024), a produção de leite e de abate de animais caiu. A atividade de construção civil recuou nesse mesmo período, mas se recuperou rapidamente no que diz respeito à geração de empregos logo após o evento extremo. No comércio, os supermercados e farmácias, que comercializam itens de necessidade básica, apresentaram crescimento nas vendas. Já a atividade de transporte sofreu forte retração, o que impactou nas atividades de serviço.

Dentro desse contexto e a partir da matriz inter-regional de 2019 (Haddad *et al.*, 2025), foram identificados os setores-chave da economia gaúcha, ou seja, aqueles que não apenas respondem fortemente a estímulos de compra e venda, mas também amplificam efeitos ao longo da cadeia produtiva, sendo estratégicos para políticas de desenvolvimento regional. Destacam-se o Refino de petróleo e coquerias (S19) e o Transporte terrestre (S43), com elevados multiplicadores tanto para frente quanto para trás. Para o Restante do Brasil (RB), observa-se um conjunto mais amplo de setores-chave, com destaque para S19, S38 (Energia elétrica, gás natural e outras utilidades) e S43, cujos elevados índices de ligação (calculados a partir da MIP) para frente indicam forte capacidade de encadeamento com atividades que utilizam seus produtos como insumos.

As mudanças climáticas globais atuam como amplificadoras das condições que favorecem eventos extremos no Rio Grande do Sul. Entre abril e maio de 2024, 452 dos 497 municípios gaúchos tiveram calamidade pública reconhecida, resultando em 182 mortes, quase dois milhões de pessoas atingidas e perdas bilionárias (DEE-RS, 2025). De acordo com o BID (2024), as precipitações superaram as médias históricas, configurando o maior desastre ambiental da história do estado, com nível de destruição superior ao de eventos como a tragédia da região serrana do Rio de Janeiro (2011). O investimento do Governo Federal para atenuar a tragédia foi superior a 100 bilhões de reais (INMET, 2026).

A temática dos impactos econômicos de desastres naturais vem sendo amplamente explorada na literatura. Autores como Magalhães Filho *et al.* (2024) e Haddad e Teixeira (2015) analisam eventos hidrológicos no Brasil e seus desdobramentos sobre setores econômicos, destacando a importância da construção de resiliência e do alinhamento entre planejamento do uso do solo e projetos de engenharia para mitigar perdas macroeconômicas e sociais. Porsse, Haddad e Pereda (2013) contribui com análises sobre como anomalias climáticas afetam a produção agrícola no Brasil e, por meio das interligações econômicas entre setores e regiões, geram impactos amplos e que reverberam em toda a economia nacional. A metodologia baseada na Matriz Insumo-Produto inter-regional e de EGC constituem, nesse contexto, uma das abordagens mais efetivas para avaliação de impacto de eventos extremos, permitindo capturar efeitos diretos e de transbordamento entre setores e regiões (Souza *et al.*, 2023; DEE-RS, 2025; Veen; Logtmeijer, 2005; Koks; Thissen, 2016; Mendoza-Tinoco *et al.*, 2017).

Embora existam estudos sobre inundações em São Paulo (Haddad; Teixeira, 2015) e sobre os efeitos de chuvas na safra gaúcha (Souza *et al.*, 2023), a magnitude da paralisação industrial e de serviços em 2024 exige uma mensuração inter-regional capaz de quantificar a dependência da economia nacional em relação às cadeias produtivas do Rio Grande do Sul. Assim, o presente trabalho se propõe a analisar a interrupção nas cadeias produtivas provocada pelas chuvas no Rio Grande do Sul em 2024, medindo sua propagação sobre os setores da economia estadual e do restante do país por meio do arcabouço da Matriz de Insumo-Produto Inter-regional e do método de Extração Hipotética Parcial. Este estudo utiliza de dados consolidados das chuvas para compreender e simular o choque das chuvas e os períodos de suspensão parcial, o que permite fornecer um diagnóstico mais preciso sobre os setores mais afetados, bem como pode servir de base para políticas de adaptação e reconstrução em desastres que venham a ocorrer futuramente.

A hipótese central é a de que a suspensão parcial dos setores mais relevantes para a economia

gaúcha afetou negativamente a produtividade local (de forma mais intensa no plano estadual) e gerou propagações negativas sobre o restante da economia brasileira, em razão da interdependência produtiva entre regiões. Os resultados indicam que o setor de Transporte Terrestre (S43) foi o mais vulnerável, com retrações de até -23,69% no cenário de 100 dias, enquanto a Agricultura e o Comércio emergem como os principais vetores de transmissão de choques para o Resto do Brasil.

A realização de um estudo em nível regional é fundamental, justamente porque o Brasil apresenta heterogeneidade socioeconômica e de infraestrutura, fazendo com que as questões climáticas se propaguem de maneira desigual e assimétrica. Ao avaliar o desastre de 2024 no Rio Grande do Sul após sua ocorrência (*ex-post*), a pesquisa consegue identificar o impacto mais próximo do real possível sobre a quarta maior economia do país, demonstrando empiricamente como a paralisação parcial de setores estratégicos locais e a dependência do modal rodoviário geram transbordamentos negativos que rompem cadeias de suprimento e refletem em todo o restante do território nacional. Sob a ótica da política de mitigação, essas evidências regionais sugerem que as ações preventivas não devem se limitar a metas ambientais globais, mas sim focar na resiliência da infraestrutura logística e no fortalecimento dos setores-chave (como Transporte Terrestre, Agricultura e Comércio), que atuam como os principais vetores de transmissão de choques macroeconômicos para o resto do país.

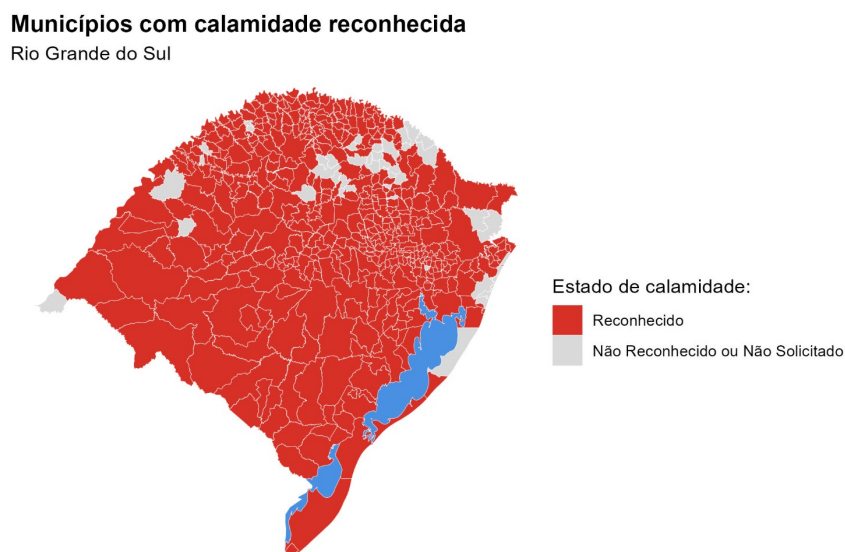
Além desta seção introdutória, o trabalho está organizado em mais quatro seções. A próxima seção dedica-se à caracterização das chuvas intensas de 2024. A terceira seção apresenta os dados e a metodologia utilizada. Em seguida, são elencados os principais resultados encontrados e, por fim, a última seção traz as considerações finais da pesquisa.

2 DESASTRE HIDROLÓGICO NO RIO GRANDE DO SUL

Eventos climáticos extremos serão considerados desastres naturais se, e somente se, as comunidades estiverem expostas a esses eventos e se essa exposição for seguida por um nível alto de vulnerabilidade (WMO, n.d.). Segundo Marengo *et al.* (2024), o RS não é estranho à situação de chuvas intensas. Entre 1940 e 2023, foram registrados eventos como chuvas intensas e ciclones extratropicais que fizeram o nível de rios subirem, causaram inundações e deixaram pessoas mortas e desabrigadas. Dessa maneira, a comunidade gaúcha já vem há décadas sendo exposta a situações extremas.

Desde 2023, o RS enfrentou diversos eventos climáticos extremos. Em 2024, o estado sofreu com o maior desastre ambiental de sua história, com intensas chuvas que perduraram por um longo período. Em 1º de maio do referido ano, o estado teve decretada a situação de calamidade pública. Entre abril e maio do mesmo ano, diversas cidades sofreram com efeitos de inúmeras inundações, direta e indiretamente. Ao todo, 452 dos 497 municípios do estado foram afetados pelas fortes chuvas e tiveram estado de calamidade reconhecido pelos órgãos responsáveis no período de 1º de abril a 31 de maio de 2024, sofrendo com inundações, alagamentos, enxurradas e deslizamentos. De acordo com dados do relatório técnico da Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Rio Grande do Sul (2025), as enchentes de 2024 resultaram em 182 mortes, quase dois milhões de pessoas atingidas pelas enchentes e milhares de desabrigados e desalojados.

Figura 1 – Municípios que tiveram calamidade pública reconhecida após as enchentes de 2024



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados do Cemaden.

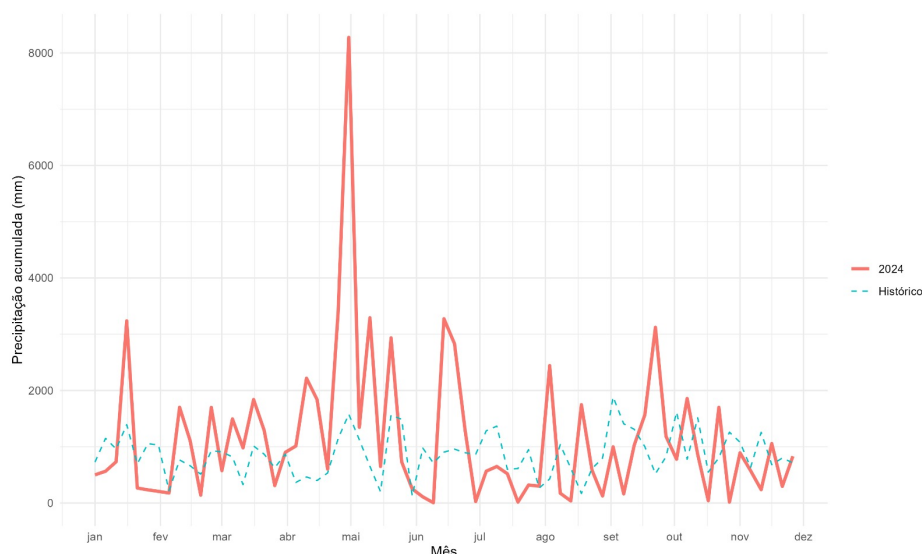
De acordo com o aspecto meteorológico da chuva, Marengo *et al.* (2024) indicam que o evento climático ocorrido no RS é fruto da combinação de quatro fatores, a saber: um processo conhecido como rios voadores, que transfere grande parte de umidade (da floresta amazônica) na baixa atmosfera em direção ao sul do Brasil; ar mais quente e úmido por conta do oceano Atlântico tropical mais quente; um bloqueio atmosférico no Oceano Pacífico Sul; e o El Niño. O resultado dessa combinação gera uma sequência de tempestades extraordinárias. Segundo Cardoso, Quadro e Bonetti (2020), é de fundamental importância entender a abrangência e persistência de eventos extremos de precipitação, para que seja possível identificar regiões mais suscetíveis à sua ocorrência e assim, identificar as melhores estratégias de adaptação.

Na Figura 1, é possível observar que quase todos os municípios do estado decretaram situação de calamidade pública por conta do desastre hidrológico, o que indica que o estado foi amplamente afetado pelas chuvas intensas. Analisar os efeitos das chuvas com base na abordagem de insumo-produto, utilizando uma matriz inter-regional (Rio Grande do Sul e suas interações com o Resto do Brasil), justifica-se justamente por conta da amplitude do choque sobre o estado como um todo.

As inundações configuram um evento que impactou o estado em diversos aspectos. Serviços essenciais, como abastecimento de água e energia, foram interrompidos. Segundo relatório da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2025), estradas, hospitais e infraestruturas urbanas foram afetadas. O aeroporto Salgado Filho (o maior do estado), teve seus serviços interrompidos por 6 meses por conta das fortes chuvas.

Na Figura 2, observa-se que entre o final de abril e maio, há a predominância de chuvas intensas no estado. O pico de mais de 8.000 milímetros de precipitação acumulada de 5 dias até meados de maio em todo o estado indica as proporções potencialmente catastróficas das chuvas ocorridas na região. Segundo o INMET (2026), diversos municípios bateram recordes históricos de milímetros de chuva registrados em um único dia pelo INMET.

Figura 2 – Chuvas do Rio Grande do Sul - 2024



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados do INMET

Em relação à média histórica (considerando período entre 2019 e 2023), embora a tendência não seja linear, observa-se que o ano de 2024, de maneira geral, apresenta um acumulado de precipitação discrepante em relação ao registrado ao longo do tempo (Figura 2). Estes dados são indícios de que as chuvas intensas no Rio Grande do Sul ultrapassaram a normalidade. O nível de precipitação acumulada registrado superou médias seculares. O nível de destruição documentado ultrapassou o de desastres históricos como o da região serrana do Rio de Janeiro (2011) e o terremoto do Nepal (2015)⁴.

Embora as chuvas em proporções catastróficas possam estar correlacionadas com as mudanças climáticas que vem afetando de diferentes formas as condições meteorológicas de diversas partes do mundo, a intensidade, duração, extensão espacial e magnitude (critérios apontados pela *World Meteorological Organization* para caracterizar condições climáticas extremas) das chuvas ocorridas no RS em 2024 caracterizam a situação como evento extremo. E este evento extremo pode ser compreendido como um choque exógeno que vai além da capacidade humana de interferência e controle imediato.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, é apresentada a estratégia metodológica desta pesquisa, bem como as bases de dados utilizadas na análise. De maneira geral, os dados utilizados para a análise e construção do choque foram extraídos da Matriz de Insumo-Produto (MIP) inter-regional para o ano de 2019, com base nas Tabelas de Recurso e Usos para o mesmo ano. Esta matriz conta com 68 setores, que foram classificados com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), do IBGE. Para a construção do choque de evento extremo, foram utilizados dados do INMET e da RAIS. O método de análise aqui aplicado é o de extração hipotética parcial. A seguir, características dos dados e da metodologia serão melhor detalhadas.

⁴Segundo informações veiculadas pelo jornal Metrôpoles em 2025, acessada abril de 2026 através do link <https://www.metropoles.com/brasil/com-fortes-chuvas-de-2024-rs-teve-recorde-de-deslizamentos-no-pais>.

3.1 Dados

A base de dados fundamental desta análise é a Matriz Insumo-Produto inter-regional de 2019 (MIP)⁵, para o Rio Grande do Sul e Restante do Brasil, estimada pelo Nereus-USP e é utilizada para que seja possível inferir os efeitos das chuvas sobre os setores da economia gaúcha, e como isto afeta a inter-relação entre o estado e o resto da economia brasileira.

Segundo Haddad *et al.* (2025), a estimação da MIP inter-regional 2019 utiliza o método denominado como IIOAS (*Interregional Input-Output Adjustment System*), que configura uma abordagem híbrida a partir da combinação de dados disponibilizados por órgãos oficiais, como IBGE, com técnicas não-censitárias para estimação de informações indisponíveis. Ainda segundo os autores, esse método é vantajoso por conta de manter a consistência com as informações da MIP nacional e pela flexibilidade de seu processo de regionalização, de modo que este possa ser replicado por outras regiões do mundo que tenham disponíveis TRU e informações setoriais regionalizadas.

Além da MIP 2019, este artigo se utiliza da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), a fim de construir o *share* da massa salarial para identificar os setores que mais empregavam pessoas no estado gaúcho, de modo a identificar os setores mais afetados pela chuvas.

Por meio dessas bases, obtêm-se informações que contribuem para a compreensão da economia do Rio Grande do Sul. Com dados da MIP, a Tabela 1 foi construída considerando os dez setores com maior Valor Bruto da Produção (VBP) no estado, em 2019 (ano da MIP). O setor de Comércio por atacado e varejo, exceto veículos automotores (S42), apresentou o maior VBP, aproximadamente R\$ 48.411,51 milhões a preços correntes de 2019, seguido por Administração pública, defesa e seguridade social (S61) e Atividades imobiliárias (S54). Em décimo lugar, encontra-se o setor de Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas (S55), com VBP aproximado de R\$ 12.525,55 milhões.

Após a identificação dos dez setores com maiores VBPs, utilizaram-se dados da RAIS para calcular a média da massa salarial e a média do número de vínculos nesses setores, no período de 2015 a 2023. A massa salarial foi definida como a soma dos salários de todos os empregados no setor com vínculo ativo em 31 de dezembro de cada ano, considerando-se apenas os rendimentos do mês de dezembro. Em seguida, foi calculada a média temporal dessa variável. Procedimento análogo foi adotado para o cálculo da média do número de vínculos, considerando-se igualmente apenas os vínculos ativos em 31 de dezembro de cada ano.

Ao analisar as colunas de média da massa salarial e de posição correspondente, observa-se que o setor S61 apresentou a maior massa salarial média, aproximadamente R\$ 2.822,53 milhões a valores de 2023, enquanto o setor S42, que possui o maior VBP, aparece em segundo lugar. Em contrapartida, o setor S54, que possui o terceiro maior VBP, ocupa a 46ª posição em termos de massa salarial média, com aproximadamente R\$ 34,15 milhões.

⁵Salienta-se que o uso da MIP 2019 para analisar um choque ocorrido em 2024 justifica-se por dois motivos: o primeiro é por conta de que estruturalmente, a economia não passa por grandes mudanças setoriais num espaço tão curto de tempo. E em segundo lugar, são as informações mais recentes disponíveis.

Tabela 1 – VBP, massa salarial e vínculos

Setor	VBP (2019) (em R\$ 1.000.000)	Média da massa salarial (em R\$ 1.000.000)	Média do nº de vínculos	Posição		
				VBP	Massa salarial	Vínculos
S42	48411,51	1510,51	523398	1º	2º	1º
S61	37673,65	2822,53	438286	2º	1º	2º
S54	37616,11	34,15	10806	3º	46º	37º
S01	26474,24	148,43	50382	4º	20º	17º
S53	24413,35	518,58	54991	5º	4º	14º
S65	18521,23	750,16	157861	6º	3º	3º
S40	17314,39	335,14	103649	7º	8º	6º
S62	16591,45	324,62	20218	8º	9º	26º
S43	13897,39	373,43	112365	9º	6º	5º
S55	12525,25	134,80	38698	10º	22º	19º

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Os valores do VBP estão expressos em termos nominais para o ano de 2019, enquanto os valores das médias salariais foram deflacionados para preços de 2023.

Nota: A classificação setorial corresponde a: **S01**: Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita; **S40**: Construção; **S42**: Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores; **S43**: Transporte terrestre; **S53**: Intermediação financeira, seguros e previdência complementar; **S54**: Atividades imobiliárias; **S55**: Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas; **S61**: Administração pública, defesa e seguridade social; **S62**: Educação pública; **S65**: Saúde privada.

Considerando a média do número de vínculos, e seguindo a ordenação do VBP, o setor S42 também se destaca como aquele com o maior número de vínculos, com aproximadamente 523.398 vínculos. Os setores S61, S65, S43 (Transporte terrestre) e S40 (Construção) ocupam, respectivamente, a 2ª, 3ª, 5ª e 6ª posições em termos de número médio de vínculos.

Ainda foram utilizados os dados históricos do INMET (2026) (Instituto Nacional de Meteorologia) para caracterização do volume de precipitação no estado, tanto em 2024 quanto historicamente, bem como para compor a construção do choque (a partir dos dias de chuva) que será aplicado sobre a MIP para analisar o impacto das chuvas sobre a economia do Rio Grande do Sul em 2024.

3.2 Método de Análise

Para uma economia com n setores e r regiões, a equação básica do modelo de insumo-produto, em notação matricial, pode ser representado por:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f} = \mathbf{L} \mathbf{f} \quad (1)$$

onde $\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = [l_{ijr}]$, chamada de matriz inversa de Leontief ou matriz de requerimentos totais; $\mathbf{A}$ é a matriz de coeficientes técnicos; $\mathbf{I}$ é a matriz identidade; $\mathbf{x}$ é o vetor de produção; e $\mathbf{f}$ é o vetor de demanda final; Os sobrescritos indica: i o setor de compras; j o setor de vendas; e r a região. A matriz de requerimentos totais descreve os efeitos diretos e indiretos de uma mudança nos componentes da demanda final sobre a produção dos setores da economia.

O método de extração hipotética, desenvolvido por Strassert (1968) e ampliado para o contexto de matrizes de insumo-produto por Dietzenbacher, Linden e Steenge (1993), baseia-se na ideia de extrair

uma região ou setor, a fim de analisar sua importância na economia (Miller; Blair, 2009). Por este método, é possível extrair da matriz analisada a estrutura de vendas, de compras ou ambas.

Ao aplicar o método de extração hipotética parcial (em que pondera-se o setor ou a região que sofrerá a extração por um vetor de pesos na matriz de transações intersetoriais ($\mathbf{Z}$)), a Eq. 1 se torna:

$$\mathbf{x}^{(i)*} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{(i)*})^{-1} \mathbf{f} \quad (2)$$

em que $\mathbf{A}^{(i)*}$ representa a matriz $\mathbf{A}$ com a extração da i -ésima linha e da i -ésima coluna (no caso de extração total).

Os impactos da extração hipotética são dados pela diferença entre $\mathbf{x}$ e $\mathbf{x}^{(i)*}$:

$$\mathbf{t}_i = \mathbf{x} - \mathbf{x}^{(i)*} \quad (3)$$

A extração parcial tem sido utilizada na literatura quando o choque ocorre por um período determinado e/ou atinge apenas parte da região (Bonet-Morón *et al.*, 2020; Haddad *et al.*, 2021; Ribeiro *et al.*, 2023; Centurio *et al.*, 2025). Por esse motivo, esse método foi escolhido neste trabalho, uma vez que as chuvas no Rio Grande do Sul tiveram duração aproximada de dois meses e atingiram grande parte do estado.

3.2.1 Construção do Choque

Com base na metodologia adotada por Bonet-Morón *et al.* (2020) e Ribeiro *et al.* (2023), a intensidade dos choques setoriais foi ponderada por um indicador de exposição regional, construído a partir da participação da massa salarial dos municípios com reconhecimento de calamidade na massa salarial total do estado.

Como *proxy* para a massa salarial individual, utilizou-se a remuneração referente ao mês de dezembro de cada ano, restringindo a amostra aos indivíduos com vínculo ativo em 31 de dezembro. As remunerações foram deflacionadas para preços constantes de 2023. Em seguida, os indivíduos foram classificados de acordo com o status de calamidade do município de residência, distinguindo-se entre municípios com e sem reconhecimento oficial. A partir dessa classificação, a massa salarial foi agregada por setor da matriz de insumo-produto e por ano, separadamente para cada grupo. O processo é análogo ao utilizado para calcular a média da massa salarial expressa na Tabela 1, com a diferença de que agora o status da calamidade está considerado.

A massa salarial agregada para cada setor s , status k e período t é definida como a equação 4. Em seguida, calcula-se a média temporal da massa salarial para cada setor e status, como na equação 5:

$$W_{s,k,t} = \sum_{i \in (s,k,t)} w_{i,t} \quad (4) \quad \Rightarrow \quad \bar{W}_{s,k} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T W_{s,k,t} \quad (5)$$

De forma análoga, a massa salarial média total do setor s no estado é dada por 6. E com base nessas medidas, define-se o indicador de exposição regional (“share”) na equação 7:

$$\bar{W}_s = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T W_{s,t} \quad (6) \quad \Rightarrow \quad \text{share}_s = \frac{\bar{W}_{s,\text{reconhecido}}}{\bar{W}_s} \quad (7)$$

Por fim, o choque setorial é definido como:

$$\text{choque}_s = \left(\frac{365 - d}{365} \right) \cdot \text{share}_s \quad (8)$$

em que d representa o número de dias com ocorrência de eventos climáticos extremos ao longo do ano. Foram considerados 55, 70, 85 e 100 dias de suspensão de atividades. Esses intervalos foram supostos por conta da ausência de dados oficiais informando a quantidade exata de dias.

Cabe ressaltar que o primeiro período de choque (55 dias) foi construído levando em consideração o momento inicial em que a precipitação superou a média histórica até o momento em que esta retornou ao patamar histórico (período este que vai de 5 de abril a 31 de maio). Esta janela corresponde ao momento em que as chuvas intensas foram reconhecidas como desastre, o que diferencia de outros momentos ao longo do ano em que a precipitação diferenciou-se da média histórica. A partir disso, considera-se um período de 15 dias após o período de choque (70), um mês (85) e 45 dias (100).

O choque setorial construído combina duas dimensões fundamentais: (i) a intensidade temporal do evento climático, capturada pela proporção de dias afetados ao longo do ano, e (ii) a exposição regional dos setores, mensurada pela participação da massa salarial em municípios com reconhecimento de calamidade. Dessa forma, setores com maior concentração salarial em regiões afetadas e maior duração do evento climático estão sujeitos a impactos mais intensos. Essa medida busca refletir, ainda que de forma aproximada, os efeitos adversos sobre a produção decorrentes de interrupções na atividade econômica, perdas de produtividade e desorganização das cadeias produtivas.

A incorporação do choque implica a modificação do vetor de demanda final original, $\mathbf{f}$, para um vetor ajustado, $\mathbf{f}^*$, tal que:

$$\mathbf{f}^* = \mathbf{f} \circ (1 - \boldsymbol{\theta}) \quad (9)$$

em que $\boldsymbol{\theta}$ é o vetor de choques setoriais e “ $\circ$ ” denota o produto elemento a elemento. Dessa forma, o novo vetor de produção é dado por:

$$\mathbf{x}^* = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f}^* \quad (10)$$

O indicador construído captura simultaneamente a intensidade temporal do evento climático e a exposição setorial à calamidade, sendo utilizado para ajustar a demanda final no modelo de insumo-produto. Assim, o choque é incorporado de forma consistente à estrutura do modelo, permitindo avaliar seus impactos sobre a produção setorial.

Os setores selecionados para receber os choques foram: Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S01), devido à sua relevância para a economia gaúcha, conforme discutido nas Seções 2 e 3; Transporte aéreo (S45), em razão da inundação do Aeroporto Internacional de Porto Alegre⁶; e, com base na RAIS, os três setores que mais empregaram, em média, entre 2015 e 2023, excluídos o Poder Público e atividades fortemente vinculadas a ele: Comércio por atacado e varejo, exceto veículos automotores (S42), Construção (S40) e Transporte terrestre (S43)⁷.

Os *shares* estimados foram 0,9412950 (S01), 0,9615477 (S40), 0,9486445 (S42), 0,9664149 (S43) e 0,9994891 (S45). Todos superam 0,94, evidenciando a ampla abrangência das chuvas no estado. Essa estratégia integra a análise de insumo-produto a uma medida empiricamente fundamentada de choque

⁶Pista do Aeroporto Salgado Filho ficou 75% submersa durante enchente: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/07/16/pista-do-aeroporto-salgado-filho-ficou-75percent-submersa-durante-enchente-diz-fraport-entenda-demora-para-retomada.ghml>

⁷Foram excluídos setores como Administração pública, defesa e seguridade social, Saúde privada e Outras atividades administrativas e serviços complementares.

climático, permitindo avaliar seus impactos sobre a economia.

4 RESULTADOS

Nesta seção, serão analisados os resultados desta pesquisa. O exercício de simulação construído foi aplicado sobre cinco setores econômicos, selecionados, como dito anteriormente, por serem relevantes para o desenvolvimento e produtividade da Economia do estado. Os resultados apresentados na Tabela 2 refletem, de maneira geral, o impacto do evento climático extremo sobre o Valor Bruto da Produção (VBP), utilizando o método de extração hipotética e a construção de choques ponderados pela massa salarial.

4.1 Impactos sobre os setores mais fortes da Economia do Rio Grande do Sul

A Tabela 2 mostra os resultados da variação percentual do VBP após o exercício de simulação em cada um dos setores selecionados, segmentados por horizonte temporal (55 a 100 dias de interrupção) e abrangência geográfica (Rio Grande do Sul, Restante do Brasil e Total). De maneira geral, percebe-se que ao considerar choques mais longos em relação ao tempo, o efeito negativo sobre o VBP é maior, o que sugere que os impactos das chuvas perduraram ao longo de vários dias após a ocorrência.

O setor de Transporte Terrestre (S43) apresenta a maior vulnerabilidade relativa, com quedas que variam de -14,79% (55 dias) a -23,69% (100 dias) no estado. Esse resultado sugere que este setor possui uma alta integração logística que sofre suspensão imediata diante de eventos como as chuvas extremas.

Em contrapartida, o setor de Construção (S40), embora afetado, apresenta as menores quedas relativas dentro dos critérios de grupo analisado (variando de -5,10% a -7,87%). Tal comportamento pode ser atribuído a uma suspensão imediata em resposta às chuvas que, quando cessaram, tornaram o setor fundamental para a reconstrução das estruturas afetadas pelos desastres.

Um aspecto central da análise via MIP inter-regional é a capacidade de capturar os efeitos que o choque das chuvas no Rio Grande do Sul exerce sobre o Restante do Brasil. Embora os valores absolutos para o Restante do Brasil pareçam reduzidos (variando entre -0,002% e -0,099%), a existência desses números negativos comprova a interdependência produtiva, ou seja, indicam que o que ocorre num estado pode afetar a economia brasileira de maneira geral.

Ainda sobre a Tabela 2, o Transporte Terrestre e a Agricultura são os principais setores de transmissão de choque para as demais regiões do país. No caso da Agricultura (S01), a queda de até -0,135% no VBP total nacional reflete o papel do Rio Grande do Sul como fornecedor de insumos essenciais para cadeias agrícolas em outros estados, demonstrando que o choque não é isolado de maneira geográfica.

Tabela 2 – Variação percentual do choque sobre o VBP por setor e horizonte temporal

Dias	Rio Grande do Sul	Restante do Brasil	Variação total
Agricultura - S01			
55	-8.631	-0.035	-0.087
70	-10.277	-0.041	-0.104
85	-11.918	-0.047	-0.119
100	-13.554	-0.053	-0.135
Comércio - S42			
55	-8.224	-0.055	-0.150
70	-9.861	-0.065	-0.178
85	-11.495	-0.075	-0.206
100	-13.125	-0.085	-0.234
Construção - S40			
55	-5.099	-0.016	-0.069
70	-6.066	-0.019	-0.083
85	-6.989	-0.023	-0.096
100	-7.872	-0.026	-0.109
Transporte Aéreo - S45			
55	-7.161	-0.002	-0.003
70	-9.107	-0.002	-0.004
85	-11.053	-0.002	-0.005
100	-12.998	-0.002	-0.006
Transporte Terrestre - S43			
55	-14.790	-0.064	-0.121
70	-17.831	-0.076	-0.145
85	-20.796	-0.088	-0.168
100	-23.692	-0.099	-0.190

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Como destacado na subseção dedica à descrição do choque, foram considerados os intervalos de 55, 70, 85 e 100 dias de suspensão de atividades.

A variação total consolida os efeitos diretos e indiretos capturados pela matriz inversa de Leontief. O setor de Comércio (S42) apresenta uma variação total de -0,234% no cenário de 100 dias. Embora o impacto direto no estado seja menor que no transporte, o comércio possui um efeito multiplicador capilarizado, pois a redução na demanda final (f^*) e o consumo das famílias impactam uma vasta gama de setores fornecedores interligados.

Em suma, os dados corroboram a hipótese de que eventos climáticos extremos, ao atingirem regiões com alta densidade produtiva e logística, geram choques de oferta e demanda que se propagam por toda a estrutura econômica nacional, sendo a magnitude do dano amplificada pela duração da suspensão das atividades econômicas.

4.2 Efeitos de Propagação

A Tabela 3 elenca os resultados da variação percentual inter-setorial do VBP, o que permite a captação do efeito de propagação, ou seja, como o choque aplicado aos setores citados na seção anterior (agricultura, comércio, construção, transporte aéreo e transporte terrestre) afeta a produção de outros setores que atuam como fornecedores ou compradores dos setores afetados.

Os resultados da Tabela 3 revelam a propagação dos choques através das cadeias produtivas para os cinco setores mais afetados (local e nacionalmente). A interação intra-regional demonstra que os choques extrapolam para setores correlatos devido aos fortes encadeamentos da economia. O setor de Construção (S40) apresenta um dos maiores impactos inter-setoriais e intra-regional. A extração parcial da construção impacta o setor S26 (Fabricação de produtos de minerais não-metálicos), com quedas que chegam a -12,99% no cenário de 100 dias. Isso indica que a indústria de materiais de construção (cimento, tijolos, vidro) no estado é extremamente dependente do nível de atividade das obras civis gaúchas.

O choque sobre o setor da Agricultura (S01) propaga-se de maneira mais forte para o setor S21 (Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros), com redução de -6,04%, de acordo com a tabela 2. Este dado indica que a suspensão das atividades agrícolas compromete diretamente a segurança alimentar e a indústria de processamento local, demonstrando a integração vertical da agroindústria no estado. O choque sobre o setor do Comércio (S42) impacta fortemente o setor S18 (Impressão e reprodução de gravações) com quedas de até -10,37% quando a suspensão é de 100 dias.

A Tabela 3 ainda quantifica os efeitos de propagação para o restante do Brasil. Embora os valores sejam menores em magnitude, eles são relevantes para entender a interdependência das cadeias nacionais. O impacto no setor de Agricultura (S01) sobre a produção do resto do Brasil para os setores S22 (Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos) e S21 (Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros), com quedas de -0,47% e -1,23% respectivamente (no horizonte temporal de 100 dias) mostra que a agricultura do RS é fornecedora essencial de insumos para indústrias alimentícias instaladas em outras regiões do país.

Sobre a interrupção das atividades no setor de Construção civil (S40) em relação ao efeito transbordamento para o restante do Brasil, o setor S04 (Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos) sofre uma redução de -0,96% quando a construção civil no RS é paralisada, indicando que o mercado imobiliário e de infraestrutura gaúcho é um demandante relevante de recursos naturais extraídos em outros estados brasileiros.

A suspensão das atividades no setor de Transporte Terrestre (S43) por 100 dias impactam negativamente em -8,21% o setor S19 (Refino de Petróleo e Coquerias) no Rio Grande do Sul, e no Restante do Brasil o impacto é mais distribuído. Isso ocorre porque o transporte é um setor de meio; sua paralisia afeta a circulação de mercadorias de quase todos os outros setores. A queda no setor S19 no resto do país (-0,43%) em função do transporte terrestre gaúcho ilustra a redução na demanda nacional por combustíveis decorrente da menor circulação de frotas na região sul.

Estes resultados permitem afirmar que o Rio Grande do Sul não é apenas uma economia de consumo final, mas um elo de transformação industrial e fornecimento de insumos básicos (especialmente minerais e agrícolas) para o restante do território brasileiro. A interrupção prolongada das atividades ($d = 100$) desestrutura não apenas o PIB regional, mas impõe custos de eficiência a cadeias industriais em todo o Brasil.

Os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3 dialogam diretamente com a literatura que relaciona eventos extremos e produtividade econômica setorial. Veen e Logtmeijer (2005) já haviam atestado que enchentes causam impactos na produtividade, destacando-se a dependência setorial e regional. Haddad e Teixeira (2015) observam, ainda, que as inundações além de reduzir a competitividade no mercado

Tabela 3 – Variação percentual inter-setorial após o choque

Agricultura - S01										
Rio Grande do Sul						Restante do Brasil				
Dias	S21	S22	S19	S03	S19	S21	S22	S04	S19	S05
55	-3.98	-1.51	-0.94	-1.01	-0.94	-0.31	-0.81	-0.16	-0.09	-0.08
70	-4.69	-1.78	-1.10	-1.19	-1.11	-0.36	-0.95	-0.19	-0.11	-0.10
85	-5.37	-2.04	-1.27	-1.36	-1.27	-0.42	-1.09	-0.22	-0.12	-0.11
100	-6.04	-2.30	-1.43	-1.53	-1.43	-0.47	-1.23	-0.25	-0.14	-0.13

Comércio - S42										
Rio Grande do Sul						Resto do Brasil				
Dias	S18	S57	S58	S46	S60	S18	S50	S46	S57	S38
55	-6.73	-5.03	-3.75	-3.73	-3.57	-0.46	-0.23	-0.14	-0.22	-0.14
70	-7.98	-5.97	-4.45	-4.42	-4.24	-0.54	-0.28	-0.17	-0.26	-0.17
85	-9.19	-6.88	-5.13	-5.75	-4.88	-0.62	-0.32	-0.20	-0.30	-0.20
100	-10.37	-7.76	-5.78	-7.60	-5.51	-0.70	-0.36	-0.23	-0.34	-0.22

Construção - S40										
Rio Grande do Sul						Resto do Brasil				
Dias	S26	S04	S16	S22	S29	S04	S26	S27	S16	S22
55	-8.19	-3.45	-2.07	-1.57	-2.18	-0.61	-0.49	-0.20	-0.19	-0.17
70	-9.82	-4.14	-2.48	-1.89	-2.62	-0.73	-0.58	-0.24	-0.22	-0.20
85	-11.42	-4.81	-2.89	-2.20	-3.04	-0.85	-0.68	-0.28	-0.26	-0.24
100	-12.99	-5.47	-3.28	-2.50	-3.46	-0.96	-0.77	-0.32	-0.30	-0.27

Transporte Aéreo - S45										
Rio Grande do Sul						Resto do Brasil				
Dias	S46	S58	S19	S60	S37	S46	S19	S05	S37	S58
55	-0.38	-0.29	-0.10	-0.06	-0.08	-0.01	-0.009	-0.008	-0.006	-0.005
70	-0.47	-0.37	-0.13	-0.07	-0.10	-0.01	-0.01	-0.01	-0.008	-0.007
85	-0.57	-0.44	-0.16	-0.09	-0.12	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.008
100	-0.66	-0.51	-0.18	-0.10	-0.14	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01

Transporte Terrestre -S43										
Rio Grande do Sul						Resto do Brasil				
Dias	S19	S46	S34	S58	S60	S05	S20	S34	S19	S44
55	-5.31	-2.79	-2.37	-2.26	-1.62	-0.32	-0.26	-0.27	-0.28	-0.19
70	-6.33	-3.32	-2.82	-2.69	-1.93	-0.38	-0.31	-0.29	-0.33	-0.23
85	-7.30	-3.83	-3.25	-3.10	-2.22	-0.44	-0.36	-0.33	-0.38	-0.26
100	-8.21	-4.31	-3.66	-3.49	-2.50	-0.50	-0.40	-0.37	-0.43	-0.30

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Como destacado na subseção dedicada à descrição do choque, foram considerados os intervalos de 55, 70, 85 e 100 dias de suspensão de atividades.

Nota: Os códigos setoriais correspondem a: **S01:** Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita; **S03:** Produção florestal, pesca e aquicultura; **S04:** Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos; **S05:** Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio; **S16:** Fabricação de produtos da madeira; **S18:** Impressão e reprodução de gravações; **S19:** Refino de petróleo e coquearias; **S20:** Fabricação de biocombustíveis; **S21:** Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros; **S22:** Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos; **S26:** Fabricação de produtos de minerais não metálicos; **S27:** Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura; **S29:** Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos; **S34:** Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores; **S37:** Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos; **S38:** Energia elétrica, gás natural e outras utilidades; **S40:** Construção; **S42:** Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores; **S43:** Transporte terrestre; **S44:** Transporte aquaviário; **S45:** Transporte aéreo; **S46:** Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio; **S57:** Outras atividades profissionais, científicas e técnicas; **S58:** Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual; **S60:** Atividades de vigilância, segurança e investigação.

doméstico, tem reflexo sobre a competitividade internacional. A queda no VBP do setor de Transporte Terrestre (S43) e seus efeitos sobre os demais setores (sobretudo a nível nacional) dialogam com o que Koks e Thissen (2016) definem como custos de ineficiências sistêmicas, onde a paralisia da articulação logístico regional pode desestruturar a circulação de mercadorias no restante do país. A identificação da Agricultura e do Comércio como setores de forte propagação de choques valida os achados de Souza *et al.* (2023), que destacam a vulnerabilidade da agroindústria gaúcha e a importância do setor terciário como multiplicador de perdas e ganhos. A retração em setores relacionados à indústria de insumos (como químicos e minerais não-metálicos) em resposta ao choque na Agricultura e Construção reforça o encontrado por Mendoza-Tinoco *et al.* (2017) sobre a relevância dos efeitos indiretos, evidenciando que a magnitude do impacto econômico é amplificada pela interdependência setorial.

4.3 Emprego e Valor Adicionado

Com o objetivo de expandir a análise para além do VBP, também foram calculados os impactos do choque sobre o emprego e o Valor Adicionado (VA). A Tabela 4 apresenta a participação dos setores em que foram realizados os exercícios de simulação (paralisação das atividades setoriais entre 55 e 100 dias nos setores de Agricultura, Construção, Comércio, Transporte Terrestre e Transporte Aéreo) na variação total de cada indicador, distinguindo os efeitos observados no Rio Grande do Sul daqueles verificados no Restante do Brasil.

Os percentuais apresentados indicam a parcela da redução total do emprego ou do VA que é atribuída ao próprio setor submetido à paralisação. Para uma paralisação de 55 dias no setor de Agricultura, as variações observadas no VBP, no emprego e no VA foram de, respectivamente, -2.134.790,85 milhões, -78.809,66 empregos e -4.764,02 milhões. Desse total, o setor agrícola do Rio Grande do Sul foi responsável por 0,18% da queda do VBP, 60,49% da redução do emprego e 47,96% da diminuição do VA, enquanto o restante foi distribuído entre os demais setores da economia em razão dos encadeamentos produtivos.

No setor de Comércio, uma paralisação de 55 dias resulta em variações de -2.142.690,41 milhões no VBP, -153.553,81 empregos e -10.133,34 milhões no VA. O Rio Grande do Sul responde por 0,31% da queda do VBP, 51,20% da redução do emprego e 39,28% da diminuição do VA, enquanto o Restante do Brasil absorve 0,02%, 5,36% e 3,61%, respectivamente. Aos 100 dias, com impactos de -2.153.379,61 milhões no VBP, -240.997,53 empregos e -15.838,06 milhões no VA, a participação gaúcha no emprego alcança 52,07% e no VA, 40,12%, evidenciando que os encadeamentos do setor comercial têm alcance majoritariamente estadual.

Para o Transporte Terrestre, os impactos de 55 dias somam -2.139.058,72 milhões no VBP, -83.127,98 empregos e -5.586,17 milhões no VA. O Rio Grande do Sul responde por 0,26% do VBP, 50,20% do emprego e 36,79% do VA, valores próximos aos observados para o setor de Comércio. O Restante do Brasil apresenta participação de 0,01% no VBP e 3,11% no emprego. Aos 100 dias, os impactos alcançam -2.147.791,64 milhões no VBP, -130.827,11 empregos e -8.749,33 milhões no VA, com participação gaúcha de 51,09% no emprego e 37,63% no VA, reforçando que os efeitos do choque no transporte rodoviário se concentram fortemente dentro do estado.

Tabela 4 – Efeitos da chuva sobre o VBP, Emprego e VA

Agricultura - S01				
Dias	<i>Participação do RS</i>		<i>Participação do restante do Brasil</i>	
	Emprego	VA	Emprego	VA
55	60.49	47.96	2.65	1.32
70	60.76	48.24	2.64	1.31
85	61.02	48.52	2.62	1.31
100	61.30	48.80	2.60	1.30
Comércio - S42				
Dias	<i>Participação do RS</i>		<i>Participação do restante do Brasil</i>	
	Emprego	VA	Emprego	VA
55	51.20	39.28	5.36	3.61
70	51.48	39.56	5.33	3.60
85	51.77	39.83	5.30	3.58
100	52.07	40.12	5.27	3.56
Construção - S40				
Dias	<i>Participação do RS</i>		<i>Participação do restante do Brasil</i>	
	Emprego	VA	Emprego	VA
55	35.21	25.05	1.88	1.06
70	35.01	24.88	1.88	1.06
85	34.81	24.71	1.89	1.06
100	34.60	24.54	1.89	1.07
Transporte Aéreo - S45				
Dias	<i>Participação do RS</i>		<i>Participação do restante do Brasil</i>	
	Emprego	VA	Emprego	VA
55	8.58	15.42	0.05	0.12
70	8.69	15.60	0.05	0.12
85	8.81	15.79	0.05	0.12
100	8.92	15.98	0.05	0.12
Transporte Terrestre - S43				
Dias	<i>Participação do RS</i>		<i>Participação do restante do Brasil</i>	
	Emprego	VA	Emprego	VA
55	50.20	36.79	3.11	1.85
70	50.49	37.06	3.09	1.84
85	50.79	37.34	3.07	1.83
100	51.09	37.63	3.06	1.83

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Como destacado na subseção dedicada à descrição do choque, foram considerados os intervalos de 55, 70, 85 e 100 dias de suspensão de atividades.

De maneira geral, esse padrão se repete em todos os setores analisados. Setores com maior participação no próprio impacto (como Agricultura e Comércio, que concentram mais de 60% e 52% da redução total no emprego, respectivamente) tendem a ser mais autossuficientes em sua cadeia produtiva, de modo que o choque se dissipa menos para os demais setores. Em contrapartida, setores com menor participação relativa no próprio impacto, como Construção e Transporte Aéreo, apresentam maior interdependência com o restante da economia, o que faz com que uma parcela mais expressiva dos efeitos do choque se propague para outros setores por meio dos encadeamentos produtivos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo se dedica a entender como as chuvas extremas do Rio Grande do Sul alteraram setorial e intersetorialmente a Economia do estado, bem como analisar se houve transbordamento para o resto do país. Utilizando a metodologia de Insumo-Produto e o método de extração hipotética parcial, a pesquisa partiu da premissa de que a magnitude e a duração do evento climático atuaram como um choque de oferta exógeno, desestruturando a cadeia produtiva gaúcha e, além disso, afetando a produtividade nacional.

Os principais resultados revelam que o setor de Transporte Terrestre (S43) foi o mais vulnerável ao choque aplicado, o que pode refletir a suspensão logística causada pela destruição de infraestruturas. Contudo, a análise intersetorial demonstrou que o choque na Agricultura sobre a Indústria de Transformação (via setores relacionados à produção de químicos e insumos) são os principais vetores de transmissão para o Resto do Brasil. Isso confirma a hipótese de que a dependência do PIB nacional em relação às cadeias produtivas regionais, especialmente a gaúcha, é significativa, e que os efeitos de transbordamento inter-regionais são persistentes. Observou-se também que, embora setores como a Construção tenham sofrido retração imediata, sua rápida dinâmica de recuperação, possivelmente impulsionada pela necessidade de reconstrução, sugere um comportamento distinto dos demais setores.

Em termos de políticas públicas, o estudo reforça a urgência de superar a gestão de "reação", já apontada pela literatura. O histórico prévio de locais mais suscetíveis a tragédias ambientais deve impulsionar políticas voltadas à mitigação e superação desses eventos de maneira mais assertiva. A integração entre planejamento urbano, infraestrutura resiliente e políticas ambientais é fundamental para atenuar os impactos diretos e indiretos de eventos extremos. A vulnerabilidade do Rio Grande do Sul a eventos hidrológicos extremos, potencializada pelas mudanças climáticas, exige que as estratégias de adaptação sejam tratadas como prioridade.

Por fim, reconhece-se que o uso da matriz de 2019 impõe limites à captura de mudanças estruturais recentes. No entanto, a robustez e estrutura do modelo IIOAS permitiu mensurar a sensibilidade setorial brasileira a eventos extremos dessa natureza e proporção. Reconhece-se também que o fato de o choque ter sido construído com base em suposições acerca do tempo de paralisação representa uma limitação do trabalho. Na tentativa de minimizar esse problema, o choque temporal foi construído a partir de dados oficiais de precipitação. Sugere-se que pesquisas futuras explorem modelos dinâmicos que incluam a recomposição do estoque de capital e o efeito do auxílio governamental no consumo das famílias no período pós-calamidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **As enchentes no Rio Grande do Sul: lições, desafios e caminhos para um futuro resiliente**. Brasília, DF, 2025.

BID. **Avaliação dos efeitos e impactos das inundações no Rio Grande do Sul**. [S. l.], nov. 2024. Acesso em: 17 abr. 2026. Disponível em:

<https://publications.iadb.org/pt/publications/portuguese/viewer/Avaliac%C3%A3o-dos-efeitos-e-impactos-das-inundac%C3%B5es-no-Rio-Grande-do-Sul.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2026.

BIESBROEK, G. Robbert; SWART, Rob J.; VAN DER KNAAP, Wim G.M. The mitigation–adaptation dichotomy and the role of spatial planning. en. **Habitat International**, v. 33, n. 3, p. 230–237, jul. 2009. ISSN 01973975. DOI: 10.1016/j.habitatint.2008.10.001. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S019739750800060X>. Acesso em: 17 abr. 2026.

BONET-MORÓN, Jaime; RICCIULLI-MARÍN, Diana; PÉREZ-VALBUENA, Gerson Javier; GALVIS-APONTE, Luis Armando; HADDAD, Eduardo A.; ARAÚJO, Inácio F.; PEROBELLI, Fernando S. Regional Economic Impact of COVID-19 in Colombia: An Input–Output Approach. **Regional Science Policy & Practice**, v. 12, n. 6, p. 1123–1151, 1 dez. 2020. ISSN 1757-7802. DOI: 10.1111/rsp3.12320. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1757780223003815>. Acesso em: 29 abr. 2026.

CARDOSO, Camila de Souza; QUADRO, Mário Francisco Leal de; BONETTI, Carla. Persistência e Abrangência dos Eventos Extremos de Precipitação no Sul do Brasil: Variabilidade Espacial e Padrões Atmosféricos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 2, p. 219–231, 2020. DOI: 10.1590/0102-7786352031. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786352031>.

CENTURIAO, Daniel; WELTER, Caroline; FERREIRA NETO, Amir B.; PEROBELLI, Fernando S. Regional Economic Impacts of COVID-19 Lockdowns and Mitigation Effects of Stimulus Checks and Unemployment Insurance. **Economic Analysis and Policy**, v. 88, p. 1–12, 1 dez. 2025. ISSN 0313-5926. DOI: 10.1016/j.eap.2025.08.029. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0313592625003492>. Acesso em: 29 abr. 2026.

CEPED UFSC. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991–2012**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2013. 2ª edição revisada e ampliada.

DIETZENBACHER, Erik; LINDEN, Jan A. van der; STEENGE, Alben E. The Regional Extraction Method: EC Input–Output Comparisons. **Economic Systems Research**, Routledge, v. 5, n. 2, p. 185–206, 1 jan. 1993. ISSN 0953-5314. DOI: 10.1080/09535319300000017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09535319300000017>. Acesso em: 18 set. 2025.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Governo do; PESSOA, Mariana Lisboa *et al.* **Impactos socioeconômicos dos eventos climáticos extremos de 2024 no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2025. Relatório Técnico.

GONÇALVES, Rodrigo R; BRAATZ, Jacó; MORAES, Gustavo Inácio. Infraestrutura de transportes no Rio Grande do Sul e desenvolvimento Regional. **Pontifícia Universidade Católica–PUC**, 2016.

GU, Chaolin; HU, Lingqian; ZHANG, Xiaoming; WANG, Xiaodan; GUO, Jing. Climate change and urbanization in the Yangtze River Delta. en. **Habitat International**, v. 35, n. 4, p. 544–552, out. 2011. ISSN 01973975. DOI: 10.1016/j.habitatint.2011.03.002. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0197397511000166>. Acesso em: 17 abr. 2026.

HADDAD, Eduardo A.; PEROBELLI, Fernando S.; ARAÚJO, Inácio F.; BUGARIN, Karina S. S. Structural Propagation of Pandemic Shocks: An Input–Output Analysis of the Economic Costs of COVID-19. **Spatial Economic Analysis**, Routledge, v. 16, n. 3, p. 252–270, 3 jul. 2021. ISSN

1742-1772. DOI: 10.1080/17421772.2020.1844284. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/17421772.2020.1844284>. Acesso em: 29 abr. 2026.

HADDAD, Eduardo Amaral; ARAÚJO, Inácio Fernandes de; ROCHA, Ademir; VALE, Vinicius de Almeida. Matriz interestadual de insumo-produto para o Brasil, 2019. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 19, n. 4, p. 607–638, 2025. DOI: 10.54766/rberu.v19i4.1225.

HADDAD, Eduardo Amaral; TEIXEIRA, Eliane. Economic impacts of natural disasters in megacities: The case of floods in São Paulo, Brazil. en. **Habitat International**, v. 45, p. 106–113, jan. 2015. ISSN 01973975. DOI: 10.1016/j.habitatint.2014.06.023. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S019739751400099X>. Acesso em: 17 abr. 2026.

IBGE. **Portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. [S. l.: s. n.], 2026. Acesso em: 28 abr. 2026. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 abr. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/planejamento>. Acesso em: 17 abr. 2026.

KOKS, Elco E.; THISSEN, Mark. A Multiregional Impact Assessment Model for disaster analysis. **Economic Systems Research**, v. 28, n. 4, p. 429–449, 2016. DOI: 10.1080/09535314.2016.1232701. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09535314.2016.1232701>.

LOUREIRO, Renata Silva De; SARAIVA, Jaci Maria; SARAIVA, Ivan; SENNA, Renato Cruz; FREDÓ, Amne Sampaio. Estudo dos eventos extremos de precipitação ocorridos em 2009 no estado do Pará. pt. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, spe, p. 83–94, dez. 2014. ISSN 0102-7786. DOI: 10.1590/0102-778620130054. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862014000500009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 17 abr. 2026.

MAGALHÃES FILHO, Fernando J. C.; MENDES, Alesi Teixeira; SANTOS, Gesmar Rosa dos; BENETTI, Antônio Domingues; DORNELLES, Fernando. Enchentes e inundações no Rio Grande do Sul em 2024: impactos e desafios para a gestão integrada de políticas públicas no saneamento básico. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), n. 33, dez 2024.

MARENGO, José A.; DOLIF, Giovanni; CUARTAS, Adriana; CAMARINHA, Pedro; GONÇALVES, Demerval; LUIZ, Rafael; SILVA, Larissa; ALVALA, Regina C. S.; SELUCHII, Marcelo E.; MORAES, Osvaldo L.; SOARES, Wagner R.; NOBRE, Carlos A. O maior desastre climático do Brasil: chuvas e inundações no estado do Rio Grande do Sul em abril-maio 2024. pt. **Estudos Avançados**, v. 38, n. 112, p. 203–228, 2024. ISSN 1806-9592, 0103-4014. DOI: 10.1590/s0103-4014.202438112.012. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142024000300203&tlng=pt. Acesso em: 17 abr. 2026.

MEIRELLES, Maria; CARVALHO, Fernanda; PORTEIRO, João; HENRIQUES, Diamantino; NAVARRO, Patrícia; VASCONCELOS, Helena. Climate Change and Impact on Renewable Energies in the Azores Strategic Visions for Sustainability. en. **Sustainability**, v. 14, n. 22, p. 15174, nov. 2022. ISSN 2071-1050. DOI: 10.3390/su142215174. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/22/15174>. Acesso em: 17 abr. 2026.

MENDOZA-TINOCO, David; GUAN, Dabo; ZENG, Zhao; XIA, Yang; SERRANO, Ana. Flood footprint of the 2007 floods in the UK: The case of the Yorkshire and The Humber region. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 655–667, 2017.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

PEREZ, Leticia Palazzi; RODRIGUES-FILHO, Saulo; MARENGO, José Antônio; SANTOS, Diogo Victor; MIKOSZ, Lucas. Climate change and disasters: analysis of the Brazilian regional inequality. **Sustainability in Debate**, v. 11, n. 3, 2020. DOI: 10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33813.

PORSSE, Alexandre; HADDAD, Eduardo; PEREDA, Paula. Territorial Economic Impacts of Climate Anomalies in Brazil. *In*: EUROPEAN REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION (ERSA). 53RD Congress of the European Regional Science Association: Regional Integration: Europe, the Mediterranean and the World Economy. Palermo, Italy: European Regional Science Association (ERSA), ago. 2013. 27–31 August 2013.

RIBEIRO, Luiz Carlos De Santana; MORAIS CORREIA DE MELO ASSUNÇÃO, Laudenor; GAMA, Luiz Carlos Day; FERREIRA NETO, Amir B. Regional and sectorial impacts of the COVID-19 pandemic in Sergipe, Brazil. **Growth and Change**, v. 54, n. 3, p. 674–693, 2023. _eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/grow.12669>. ISSN 1468-2257. DOI: 10.1111/grow.12669. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/grow.12669>. Acesso em: 18 maio 2026.

SOUZA, Verônica Botelho de; GONÇALVES, Rodrigo da Rocha; OLIVEIRA, Cassius Rocha de; MOREIRA PORTUGAL, João Felipe Alves. Modelo insumo-produto inter-regional para avaliação econômica de fenômenos climáticos na oferta de cereais no Rio Grande do Sul. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 27, n. 2, p. 262–285, jul. 2023. ISSN 1679-415X.

STRASSERT, Günter. Zur Bestimmung Strategischer Sektoren Mit Hilfe von Input-Output-Modellen. **Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik**, De Gruyter Oldenbourg, v. 182, n. 1, p. 211–215, 1 fev. 1968. ISSN 2366-049X. DOI: 10.1515/jbnst-1968-0114. Disponível em: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/jbnst-1968-0114/html?lang=en>. Acesso em: 29 abr. 2026.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Regional Assessment Report on Disaster Risk in Latin America and the Caribbean (RAR 2024)**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.undrr.org>.

VEEN, Anne Van Der; LOGTMEIJER, Christiaan. Economic Hotspots: Visualizing Vulnerability to Flooding. *en*. **Natural Hazards**, v. 36, n. 1-2, p. 65–80, set. 2005. ISSN 0921-030X, 1573-0840. DOI: 10.1007/s11069-004-4542-y. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11069-004-4542-y>. Acesso em: 17 abr. 2026.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Extreme weather**. Accessed: 2026-04-29. n.d. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/topics/extreme-weather>.