

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

GABRIEL MARCOS ARCANJO

RESILIÊNCIA REGIONAL, INTERDEPENDÊNCIA PRODUTIVA E
ESPACIAL: AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS REGIONAIS E SETORIAIS DA
ECONOMIA BRASILEIRA

JUIZ DE FORA

2025

GABRIEL MARCOS ARCANJO

RESILIÊNCIA REGIONAL, INTERDEPENDÊNCIA PRODUTIVA E
ESPACIAL: AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS REGIONAIS E SETORIAIS DA
ECONOMIA BRASILEIRA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli

Coorientador: Prof. Dr. Vinicius de Almeida Vale

JUIZ DE FORA

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática
da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Arcanjo, Gabriel Marcos.

Resiliência regional, interdependência produtiva e espacial:
Avaliação dos impactos regionais e setoriais da economia brasileira /
Gabriel Marcos Arcanjo. -- 2025.
93 f.

Orientador: Fernando Salgueiro Perobelli

Coorientador: Vinicius de Almeida Vale

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz
de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em
Economia, 2025.

1. Resiliência regional. 2. Interdependência. 3. Insumo-Produto. 4.
Análise de Redes. 5. Aprendizado de Máquina. I. Perobelli, Fernando
Salgueiro, orient. II. Vale, Vinicius de Almeida, coorient. III. Título.

Gabriel Marcos Arcanjo

Resiliência regional, interdependência produtiva e espacial: Avaliação dos impactos regionais e setoriais da economia brasileira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada. Área de concentração: Economia.

Aprovada em 17 de fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Fernando Salgueiro Perobelli - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Vinicius de Almeida Vale - Coorientador

Universidade Federal do Paraná

Dr. Douglas Sad Silveira

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Carlos Roberto Azzoni

Universidade de São Paulo

Dr^a. Fernanda Faria Silva

Universidade Federal de Ouro Preto

Juiz de Fora, 28/01/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Salgueiro Perobelli, Professor(a)**, em 17/02/2025, às 15:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius de Almeida Vale, Usuário Externo**, em 17/02/2025, às 16:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Faria Silva, Usuário Externo**, em 17/02/2025, às 17:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Douglas Sad Silveira, Professor(a)**, em 17/02/2025, às 17:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Roberto Azzoni, Usuário Externo**, em 18/02/2025, às 09:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2213916** e o código CRC **CE21D6B6**.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me conceder forças, sabedoria e perseverança ao longo desta jornada. Sem Sua presença nos meus melhores e piores momentos, esta trajetória não teria sido possível.

Agradeço à minha família pelo apoio incondicional, em especial aos meus pais, Célia e Vicente, por sua dedicação incansável à educação dos filhos, sempre com amor e um suporte inabalável. Ao meu irmão, Lucas, cuja inspiração, sábios conselhos e experiências compartilhadas foram fundamentais, mesmo à distância. À minha companheira, Amanda, por sua paciência, incentivo e presença constante, que, apesar da distância, trouxeram equilíbrio e motivação nos momentos mais desafiadores.

Não poderia deixar de expressar minha gratidão aos meus orientadores. Tive o privilégio de ser orientado pelo professor Fernando Perobelli, cuja generosidade e acolhimento desde o primeiro momento abriram portas e oportunidades, tornando-o uma referência para mim, tanto no âmbito pessoal quanto acadêmico. Sou igualmente grato ao professor Vinicius Vale, sempre presente com valiosas orientações e diálogos que enriqueceram minha trajetória. A ambos, meu sincero agradecimento pelo aprendizado e pela parceria ao longo dessa caminhada.

Aos membros da banca de defesa, professores Carlos Azzoni e Fernanda Faria, pela leitura atenta e pelas contribuições valiosas a este trabalho. Um agradecimento especial ao professor Douglas Silveira, pelo apoio em uma fase importante da pesquisa e pela disposição em me ajudar. Ao professor Igor Tupy, meu agradecimento pelas valiosas conversas desde a graduação e por sua disponibilidade sempre que necessitei de sua presença.

Agradeço aos amigos que me acompanharam, em especial a Pedro Soyer, um irmão que a graduação me proporcionou, cuja parceria no mestrado e em Juiz de Fora tornou os desafios mais leves. Ao Márcio, pela presença nas discussões dos nossos artigos e pela parceria em viagens a congressos e seminários. Também sou grato a Daniel Alvarez, Juliano, Gustavo Luz, César, Grizendi e demais amigos pela amizade e parceria ao longo da trajetória acadêmica.

Expresso minha gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ao seu corpo docente, à secretaria e aos funcionários pelo apoio fundamental ao longo dessa trajetória, tanto na formação acadêmica quanto na viabilização de oportunidades.

Estendo meus agradecimentos ao Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES) pelo espaço de pesquisa e pelas oportunidades de aprendizado e colaboração ao longo dessa trajetória. Agradeço também ao Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS) pelo fornecimento dos dados utilizados nesta pesquisa.

Por fim, registro meus agradecimentos à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido durante o mestrado.

RESUMO

A resiliência regional é um referencial conceitual essencial para compreender os impactos heterogêneos de choques exógenos sobre as economias. Apesar de seu crescente destaque na literatura, a falta de consenso metodológico impõe desafios às análises empíricas. O Brasil, dada sua diversidade econômica e estrutural, configura-se como um caso relevante, sendo um país em desenvolvimento historicamente suscetível a crises. Nesse contexto, o presente estudo propõe um avanço metodológico e uma estratégia empírica abrangente, combinando diferentes abordagens analíticas fundamentadas na interdependência produtiva e regional. Ao contrário das abordagens convencionais, adota-se uma perspectiva *ex-ante* da resiliência regional, permitindo a construção de cenários hipotéticos de crises. Por meio da análise de insumo-produto, essa abordagem permite, por um lado, identificar fragilidades que afetam a capacidade de resistência e, por outro, explorar a natureza dos impactos e as implicações das interações entre setores e regiões ao longo do tempo. Para a caracterização da resiliência regional, são construídas medidas de rede que sintetizam a importância das regiões em diferentes cenários de crises hipotéticas e, a partir dessas métricas, alimenta-se um método de aprendizado de máquina em duas etapas: não supervisionada e supervisionada. Os resultados evidenciam uma clara divisão territorial no Brasil, marcada por um padrão aglomerativo em que estados vizinhos e determinadas regiões apresentam graus de resiliência semelhantes. No entanto, dentro desses mesmos graus, observa-se uma heterogeneidade que destaca a importância de uma visão sistêmica na compreensão das diferenças regionais. De maneira específica, observa-se que a maior concentração de resiliência regional ocorre nas regiões Sudeste e Sul, destacando-se o estado de São Paulo. Em contraste, a análise das regiões Norte e Nordeste revela uma tendência predominante de baixa resiliência, característica presente em grande parte de seus estados. Esse padrão reflete o histórico processo de desenvolvimento regional da economia brasileira e sua trajetória de concentração produtiva. Ao comparar os graus de resiliência regional ao longo do tempo, observa-se que o aprimoramento da resiliência regional é um processo complexo e demorado, indicando que a integração da cadeia produtiva das regiões brasileiras ainda enfrenta desafios de equidade e se configura como uma questão estrutural persistente.

Palavras-chave: Resiliência regional, Interdependência, Insumo-Produto, Análise de Redes, Aprendizado de Máquina.

ABSTRACT

Regional resilience is a fundamental conceptual framework for understanding the heterogeneous impacts of exogenous shocks on economies. Despite its growing prominence in the literature, methodological divergences pose challenges to empirical analyses. Given its economic and structural diversity, Brazil stands as a relevant case, being a developing country historically vulnerable to crises. In this context, the present study proposes a methodological advancement and a comprehensive empirical strategy, combining different analytical approaches based on productive and regional interdependence. Unlike conventional approaches, an ex-ante perspective of regional resilience is adopted, allowing for the construction of hypothetical crisis scenarios. Through input-output analysis, this approach enables, on the one hand, the identification of vulnerabilities that affect resistance capacity and, on the other, an exploration of the nature of impacts and the implications of interactions between sectors and regions over time. To characterize regional resilience, network measures are constructed to synthesize the importance of regions in different hypothetical crisis scenarios, and based on these metrics, a two-stage machine learning method is employed: unsupervised and supervised. The results reveal a clear territorial division in Brazil, marked by an agglomerative pattern in which neighboring states and certain regions exhibit similar degrees of resilience. However, within these same degrees, heterogeneity is observed, underscoring the importance of a systemic perspective in understanding regional differences. Specifically, a higher concentration of regional resilience is found in the Southeast and South regions, with São Paulo standing out. In contrast, the analysis of the North and Northeast regions reveals a predominant trend of low resilience, a characteristic present in most of their states. This pattern reflects the historical process of regional economic development in Brazil and its trajectory of productive concentration. When comparing regional resilience levels over time, it is observed that improving regional resilience is a complex and time-consuming process, indicating that the integration of the productive chain of Brazilian regions still faces equity challenges and remains a persistent structural issue.

Keywords: Regional Resilience, Interdependence, Input-Output, Network Analysis, Machine Learning.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variação percentual do valor adicionado e das ocupações nas Unidades da Federação e suas respectivas regiões em 2011 e 2019.	28
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ilustração das relações de uma matriz de insumo-produto	32
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caracterização do grau de resiliência regional da economia brasileira com base no valor adicionado, para os anos de 2011 e 2019, respectivamente.	49
Figura 2 - Centralidade do autovetor das Unidades Federativas com Base no Valor Adicionado (2011 e 2019)	54
Figura 3 – Centralidade do autovetor para a Indústria Extrativa com base no valor adicionado (2011 e 2019).	57
Figura 4 – Centralidade do autovetor para o setor agropecuário com base no valor adicionado (2011 e 2019).	59
Figura 5 – Centralidade do autovetor para a Indústria de Transformação de Alta Tecnologia (2011 e 2019).	64
Figura 6 – Centralidade de autovetor para o setor de Comércio, reparação de veículos e atividades de atacado e varejo (2011 e 2019).....	67
Figura 7 – Centralidade do autovetor para o setor de intermediação financeiras, de seguros e serviços relacionados (2011 e 2019).....	70
Figura 8 - Centralidade de autovalor para o setor de Atividades Imobiliárias (2011 e 2019).	71

LISTA DE SIGLAS

BCB – Banco Central do Brasil

CE – *Eigenvector Centrality*

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MIP – Matriz de insumo-produto

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PIB – Produto Interno Bruto

PI – *Permutation Importance*

Exp – Exportações

UFs – Unidades da Federação

VA – Valor adicionado

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	RESILIÊNCIA REGIONAL - UMA REVISÃO CONCEITUAL.....	17
3.	BASE DE DADOS.....	27
3.1	MATRIZ INTER-REGIONAL DE INSUMO-PRODUTO.....	27
3.2	PANORAMA DE PARTICIPAÇÃO DAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO NO VALOR ADICIONADO E NAS OCUPAÇÕES.....	28
4.	ESTRATÉGIAS EMPÍRICAS.....	30
4.1	MODELOS DE INSUMO-PRODUTO- ESTRUTURA CONCEITUAL E FORMALIZAÇÃO.....	31
4.2	MÉTODO DE EXTRAÇÃO REGIONAL.....	35
4.2.1	EXTRAÇÃO REGIONAL.....	35
4.2.2	EXTRAÇÃO REGIONAL E IMPACTOS SETORIAIS.....	40
4.3	ANÁLISE DE REDES.....	42
4.4	ALGORITMO K-MEANS.....	44
4.5	MODELO LOGÍSTICO.....	46
4.6	PERMUTATION IMPORTANCE.....	46
5.	RESULTADOS.....	48
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
	REFERÊNCIAS.....	78
	APÊNDICE.....	87

1. INTRODUÇÃO

As heterogeneidades regionais, que abrangem desde aspectos econômicos, sociais, culturais e populacionais, são fundamentais para compreender as diferentes respostas das regiões às crises políticas e econômicas, desastres ambientais, crises sanitárias e instabilidades financeiras. Essas disparidades influenciam diretamente a sensibilidade regional a choques exógenos, revelando por que algumas regiões demonstram maior capacidade de enfrentar esses desafios, enquanto outras permanecem mais suscetíveis (Hassink, 2010). Essa realidade impõe um desafio significativo à formulação de políticas públicas, que devem equilibrar a redução de susceptibilidades com o fortalecimento das capacidades regionais para lidar com esses eventos adversos (Lagravinese, 2017).

No Brasil, marcado por profundas heterogeneidades regionais, esse desafio é ainda mais acentuado. Estudos clássicos, como os de Cano (1985) e Haddad (1988), já evidenciavam a histórica preocupação com as disparidades regionais no país. O processo de industrialização e urbanização, embora tenha promovido o crescimento econômico em algumas áreas, concentrou a produção em regiões específicas, acentuando desigualdades e resultando em um padrão de desenvolvimento assimétrico. Essa dinâmica histórica consolidou diferenças estruturais que persistem com o passar do tempo, podendo impor obstáculos adicionais ao enfrentamento de crises e à construção de um desenvolvimento mais equilibrado.

Essas disparidades podem ser observadas nos dados do Produto Interno Bruto (PIB) divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em 2021, as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul contribuíram com 6,3%, 13,8%, 10,3%, 52,3% e 17,3% do PIB brasileiro, respectivamente. Quando analisadas as 27 unidades da Federação, essas desigualdades tornam-se ainda mais expressivas: São Paulo, por exemplo, responde por cerca de 30,8% do PIB nacional, enquanto estados como Acre e Amapá contribuíram com apenas 0,24% e 0,22%, respectivamente.

Essa distribuição desigual do PIB reflete, em grande medida, a concentração produtiva industrial no país. Ruiz e Domingues (2008) reconhecem a existência de forças que impulsionaram um movimento de desconcentração, como fatores políticos e institucionais. No entanto, apesar desses esforços, as participações relativas dos estados e de suas respectivas regiões, quando comparadas temporalmente, continuam a evidenciar a predominância das regiões Sudeste e Sul na composição do PIB nacional. Essa persistente concentração econômica reflete, como apontado pelos autores, a dificuldade,

ou até mesmo a improbabilidade, de as regiões econômicas periféricas alcançarem endogenamente os recursos necessários para atingir um estágio superior de desenvolvimento econômico, estrutura produtiva mais diversificada e, conseqüentemente, maiores níveis de renda e bem-estar.

A persistente heterogeneidade regional da produção brasileira levanta questionamentos sobre a capacidade de resiliência das diferentes regiões frente a choques exógenos. A resiliência regional, nesse contexto, pode ser compreendida como a capacidade das regiões de enfrentar crises e discontinuidades. No século XXI, a economia brasileira enfrentou desafios impostos por eventos como a crise financeira global de 2008, a recessão de 2014-2015 e a pandemia de COVID-19, que resultaram em desaceleração econômica, retração dos investimentos e aumento do desemprego. Enquanto a crise de 2008 impactou o país por meio do comércio exterior e dos fluxos financeiros (Freitas, 2009; Barbosa, 2010), a recessão de 2014-2015 decorreu de incertezas políticas e desequilíbrios econômicos internos (Domingues et al., 2014; Monteiro; Feijó, 2023). Por sua vez, a pandemia resultou em choques tanto na demanda quanto na oferta, intensificando o desemprego (De Paula, 2021).

Assim, dadas as diferenças regionais no Brasil, os eventos exógenos geram impactos espaciais diferenciados na economia brasileira, conforme abordado por Tupy et al., (2021) e Eberhardt e Fochezatto (2024), tornando essencial compreender os fatores que explicam a variação na capacidade de resposta das regiões aos diversos tipos de choques contracionistas. Bristow e Healy (2014) destacam que a resiliência regional possui uma natureza multifacetada, resultante da interação complexa entre diversos determinantes. Esses fatores incluem capital humano (Sutton e Arku, 2022), capacidades tecnológicas, contexto socioeconômico, estruturas industriais e setoriais (Martin, 2012; Webber et al., 2018) e diversificação econômica (Xiao et al., 2018). Tais elementos são moldados não apenas por características internas das regiões, mas também por suas interações com outras regiões, evidenciando a relevância de um sistema econômico integrado e interdependente.

No contexto da resiliência regional, compreender as interações e influências mútuas entre regiões e seus respectivos desempenhos representa um desafio metodológico. A literatura existente ainda carece de consenso quanto às métricas mais adequadas para mensurar a resiliência regional (Martin; Sunley, 2015). Diante desse cenário, o presente estudo busca avançar na abordagem metodológica da mensuração da resiliência regional, frequentemente tratada de forma unidimensional, ao introduzir uma perspectiva

multifacetada. Ao integrar as interdependências regionais e setoriais, a pesquisa propõe uma abordagem holística sobre como diferentes regiões e setores estão conectados, tanto de maneira intrarregional quanto inter-regional, e como essas relações influenciam a capacidade de resposta a choques.

Para investigar essas dinâmicas, o estudo recorre a simulações de cenários de crises ou choques exógenos, que reproduzem diferentes adversidades proporcionando uma avaliação detalhada das fragilidades e potencialidades regionais de forma sistêmica. Essa abordagem não só amplia a compreensão sobre a resiliência regional brasileira, mas também oferece uma nova perspectiva empírica sobre o comportamento dos sistemas econômicos diante de choques, destacando a sensibilidade das estruturas produtivas e suas forças intrínsecas.

A hipótese central deste estudo estabelece que, em um cenário de alterações na cadeia de valor da economia que mimetizam crises, as regiões com maior influência na composição do valor adicionado das demais regiões tendem a apresentar maior capacidade de resiliência. O estudo fundamenta-se nas interdependências produtivas e regionais, analisadas por meio das matrizes inter-regionais de insumo-produto das 27 unidades da Federação brasileiras em 2011 e 2019. A ausência de matrizes inter-regionais de insumo-produto para períodos de crise inviabiliza a análise direta desses cenários, tornando essencial a adoção de uma abordagem *ex-ante*. Essa estratégia possibilita a identificação prévia das fragilidades e potencialidades associadas à resiliência regional da economia brasileira diante de choques que impactam a dinâmica da cadeia de valor.

Ao utilizar matrizes de insumo-produto para diferentes anos, esta pesquisa incorpora a dimensão temporal, possibilitando analisar como transformações na dinâmica produtiva regional ao longo do tempo podem influenciar a capacidade de resposta a choques e, conseqüentemente, a resiliência econômica. A caracterização da resiliência regional considera diferentes cenários hipotéticos de crise, nos quais se fundamentam as redes construídas para a análise. Essas permitem identificar padrões de comportamento regional e mensurar a importância relativa das regiões no contexto inter-regional, utilizando métricas derivadas da análise de redes. Tendo em vista essas métricas e a possibilidade de extrair outras interpretações sistêmicas por meio da análise de insumo-produto, elas alimentam um método de aprendizado de máquina estruturado em duas etapas para a caracterização final da resiliência regional. A primeira etapa utiliza o método não supervisionado *k-means* para identificar agrupamentos regionais. Na segunda etapa, utiliza-se a regressão logística em conjunto com a técnica de *permutation importance*,

uma abordagem supervisionada que avalia a robustez da classificação adotada e destaca a relevância das variáveis no processo.

Portanto, ao considerar a resiliência regional de maneira multifacetada e ao possibilitar a identificação das fragilidades e potencialidades de cada região, este estudo não apenas fornece informações essenciais para a formulação de políticas públicas que abordem as desigualdades regionais de forma sistêmica, mas também oferece subsídios para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes e equitativas, contribuindo para o fortalecimento da capacidade de reação regional diante de choques contracionistas.

Além desta introdução, o trabalho está organizado em cinco capítulos. O segundo capítulo apresenta a revisão conceitual e as evidências empíricas sobre resiliência. O terceiro descreve a base de dados utilizada. O quarto detalha a abordagem metodológica. O quinto expõe os resultados e discussões. Por fim, o sexto capítulo apresenta as considerações finais.

2. RESILIÊNCIA REGIONAL - UMA REVISÃO CONCEITUAL

Os impactos desiguais provocados por crises, distúrbios e outros eventos adversos entre diferentes regiões (*e.g.* cidades, estados, países) impuseram novos desafios à formulação de políticas públicas. Isso se deve, em grande parte, à possibilidade de efeitos *spillover* e às reações distintas entre essas regiões. Tais circunstâncias ressaltam a necessidade de criar e implementar políticas que ajudem diferentes territórios a se recuperarem, promovendo um crescimento inclusivo e, na medida do possível, igualitário (Lagarde, 2017). Nesse contexto, a noção de resiliência regional tornou-se ainda mais relevante, pois as regiões precisam responder a uma variedade de choques e transições externas (Martin; Sunley, 2015).

Os efeitos desiguais dos choques econômicos têm sido foco central de alguns estudos no âmbito da ciência regional e da geografia econômica, como Pike et al., (2010) e Simmie e Martin (2010), Martin (2012), Martin e Sunley (2015), Hu e Hassink (2020), Giannakis et al., (2024). Nesse contexto, a resiliência tem sido descrita como uma estrutura conceitual, em vez de uma teoria específica, como sugere Swanstrom (2008), sendo que Martin (2012) ressalta que não se trata de um conceito unitário com uma definição clara e amplamente aceita.

Além disso, a natureza interdisciplinar e a aplicação abrangente do conceito de resiliência econômica regional têm gerado debates sobre sua clareza (Bristow; Healy, 2014; Boschma, 2014; Martin; Sunley, 2015). A relação da resiliência com outros conceitos, como desenvolvimento regional desigual, competitividade e dependência de trajetória, ainda carece de aprofundamento (Bristow, 2010; Hassink 2010). Segundo Martin (2012), o conceito de resiliência se fundamenta em choques que impactam o sistema como um todo, podendo ou não interromper o processo de crescimento e desenvolvimento econômico.

No que tange aos choques, estes podem assumir várias formas e ter diferentes efeitos, resultando em distintas implicações para a resiliência. Além de serem altamente desestabilizadores e especialmente desiguais, o próprio termo "choque" sugere que são eventos inesperados e incomuns (Martin; Sunley, 2015). Esses podem afetar diferentes níveis espaciais, desde o global até o nacional e o local, abrangendo eventos como o fechamento de uma indústria dominante, recessões nacionais ou crises financeiras (Martin, 2012). De acordo com Martin e Sunley (2020), a gravidade do choque está

relacionada à intensidade e à duração dos eventos adversos, sendo mais afetadas as regiões que experimentam maior intensidade e um período prolongado de impacto. Embora seja comum considerar esses eventos como negativos, Sutton e Arku (2022) argumentam que também podem ser vistos como positivos caso promovam melhorias na trajetória de crescimento, através de mecanismos que reorientem e reorganizem a estrutura da economia para um caminho existente ou novo, mais favorável.

No contexto das possíveis confusões entre o conceito de resiliência, torna-se necessário esclarecer a diferença em relação ao conceito de vulnerabilidade. A resiliência se refere à rapidez com que uma região retorna ao seu estado de equilíbrio após um choque e à sua capacidade de absorvê-lo. Em contraste, a análise da vulnerabilidade geralmente trata da propagação de choques dentro de uma região (Seeliger; Turok, 2013; Reggiani, 2013). Nesse contexto, Briguglio (2009) esclarece que a vulnerabilidade é uma condição intrínseca que afeta a exposição de uma região a choques, enquanto a resiliência está relacionada ao conjunto de ações implementadas para ajudar na recuperação e adaptação da região a choques recessivos. Autores como Cutter (2008) e Pendall et al., (2012) consideram a vulnerabilidade como uma característica pré-evento, enquanto a resiliência emerge como resultado de uma resposta pós choque.

Mesmo com os esclarecimentos acerca do conceito, não há uma definição amplamente consensual de resiliência regional, uma vez que diferentes autores utilizam definições e descrições variadas, o que pode resultar em interpretações amplas (Martin; Sunley, 2015). Em termos gerais, as aplicações regionais ou urbanas do conceito de resiliência têm se concentrado na capacidade de um sistema socioeconômico local de se recuperar de um choque ou de uma recessão econômica (Martin, 2012). Na literatura, três conceitos de resiliência são apresentados de maneira conceitual e empírica, a resiliência de engenharia, a resiliência ecológica e a resiliência evolutiva.

A noção de resiliência de engenharia, está fundamentada na capacidade de um sistema de retornar ao seu estado de equilíbrio pré-choque após uma perturbação, sendo considerado mais resiliente aquele que consegue resistir melhor aos impactos e se recuperar mais rapidamente (Martin, 2012). Essa abordagem, frequentemente aplicada em estudos regionais e urbanos, associa a resiliência à elasticidade do sistema, enfatizando tanto a resistência às perturbações quanto a velocidade de recuperação ao estado estacionário (Dawley et al., 2010). Sob essa perspectiva, uma economia regional é vista como um sistema auto equilibrado, no qual choques desencadeiam mecanismos

compensatórios que restauram o equilíbrio inicial, reforçando a ideia de que a resiliência está ligada ao retorno à estabilidade (Fingleton et al., 2012).

A concepção de resiliência ecológica destaca a capacidade de um sistema de absorver choques ou distúrbios sem ser deslocado para um estado alternativo em termos de estrutura, função ou processos subjacentes (Fingleton et al., 2012). Diferentemente da abordagem de resiliência de engenharia, que se concentra no retorno a um equilíbrio pré-existente, a resiliência ecológica é definida pela magnitude do choque que o sistema pode suportar antes de ser reconfigurado em um novo regime funcional (Simmie; Martin, 2010).

Os dois primeiros tipos de resiliência apresentam ambiguidades e críticas em relação às suas abordagens. Segundo Martin e Sunley (2015), as interpretações equilibradas tendem a enfatizar a força "autocorretiva", sem definir claramente até que ponto a reorganização e a mudança são permitidas para que o sistema mantenha essencialmente a mesma estrutura e função. No mesmo sentido, diversos estudos ressaltam que as economias regionais não atingem um estado de equilíbrio, uma vez que estão em constante adaptação devido às incertezas e transformações contínuas (Christopherson et al., 2010; Dawley et al., 2010; Hassink, 2010).

Essas considerações estão relacionadas a interpretação do conceito da resiliência evolutiva. Também chamada de resiliência evolucionária, essa abordagem sugere que, diante de um choque, a economia regional será capaz de resistir e se recuperar, reorientando e reorganizando sua estrutura produtiva para seguir uma trajetória de crescimento existente ou estabelecer uma nova e mais favorável trajetória (Cooke, 2012; Fingleton et al., 2012; Bristow; Healy, 2014; Martin; Sunley, 2015; Boschma, 2015).

A evolução econômica regional não ocorre de forma gradual e previsível, mas é moldada por choques periódicos e imprevistos (Martin, 2012). Nesse contexto, Martin e Sunley (2015) defendem uma abordagem evolucionista, argumentando que a resiliência econômica regional é um processo dinâmico, no qual tanto os choques quanto a recuperação podem provocar transformações estruturais e funcionais. Para compreender como as economias regionais respondem a crises, os autores identificam quatro dimensões inter-relacionadas da resiliência: resistência, recuperação, reorientação e renovação.

A resistência refere-se à capacidade de uma economia regional de absorver perturbações, influenciada por fatores como estrutura produtiva, interconexões setoriais, inovação, qualificação da mão de obra e governança econômica (Martin, 2012). Já a

recuperação está diretamente ligada à resiliência da economia, determinando a rapidez e a extensão do retorno ao nível anterior de atividade. A reorientação diz respeito ao grau de mudança estrutural que ocorre após um choque, afetando produção, emprego e renda. Embora os choques possam acelerar transformações preexistentes, as alterações na estrutura produtiva tendem a ocorrer de forma contínua, não abrupta (Martin, 2012). Por fim, a renovação reflete a retomada da trajetória de crescimento anterior ao choque, reforçando a resiliência como um processo dinâmico e adaptativo, e não como um estado final.

Tendo em vista as diferentes tipologias de resiliência, este estudo não se restringe a uma única definição, mas integra elementos das resiliências de engenharia e ecológica, com ênfase nesta última. Em vez de identificar reorientações estruturais completas na cadeia de valor da economia brasileira e suas regiões, a pesquisa concentra-se na análise das fragilidades e potencialidades do sistema diante de choques, avaliando seus impactos na estrutura produtiva e nas interações regionais. Essa abordagem também justifica a opção por não adotar o conceito de resiliência evolucionária, uma vez que o foco está na resistência inicial e nas respostas imediatas do sistema econômico.

Nesse contexto, a trajetória de crescimento reflete a capacidade de resposta regional. Diante de um choque, ela pode ser temporariamente reduzida e posteriormente retomada, ou permanecer abaixo dos níveis anteriores caso o impacto não seja absorvido. Assim, as características estruturais e institucionais que sustentam essa trajetória influenciam a resiliência (Boschma, 2005; Bristow, 2010; Hassink, 2010; Martin, 2012; Martin; Sunley, 2015). Como destacam Fratesi e Rodríguez-Pose (2016), regiões mais resilientes tendem a ser aquelas com maior competitividade antes da crise.

A busca pela trajetória do crescimento regional que antecede um período de choque pode ser entendida como o objetivo de alcançar um reequilíbrio. Nesse contexto, o conceito de resiliência de uma região varia conforme a perspectiva de análise, seja do ponto de vista da indústria ou do trabalhador (Martin, 2012). Fenômenos como o crescimento regional do produto e a participação da força de trabalho são, em parte, manifestações desse equilíbrio e, portanto, determinantes na análise da resiliência (Pendall et al., 2010).

Durante recessões, que podem resultar em queda na demanda de produção, as empresas frequentemente adotam estratégias de sobrevivência, como redução da força de trabalho (Martin, 2012; Fingleton et al., 2012). Mesmo após a recuperação, muitas empresas operam com um número reduzido de funcionários. Isso implica que indivíduos

desempregados dependem da capacidade do mercado de trabalho local de absorver esses trabalhadores, o que nem sempre ocorre integralmente. Portanto, aspectos como a interconexão das atividades econômicas dentro e entre regiões, além das habilidades laborais, são fundamentais para a recuperação desses trabalhadores (Diodato; Weterings, 2015). Essas evidências confirmam o argumento de Martin (2012), Coyle (2014) e Sensier (2016), de que o emprego geralmente se recupera mais lentamente do que a produção após uma recessão, destacando-o como um indicador crucial da resiliência de uma economia regional.

Como apresentado, a investigação da resiliência pode ser relacionada ao comportamento do nível de produção regional e emprego. No entanto, ainda é necessário esclarecer melhor as consequências específicas de choques e os padrões espaciais de recuperação, conforme discutido por Di Caro e Fratesi (2018). Diversos fatores ou determinantes podem influenciar a capacidade de resiliência regional das economias. No entanto, esses fatores são complexos, dinâmicos e altamente dependentes da interação tanto dos elementos internos da região quanto das relações externas (Bristow; Healy, 2014).

Estudos sobre resiliência regional destacam o papel das características das regiões como fatores determinantes desse processo (Christopherson et al., 2010; Martin; Sunley, 2013). Muitas aplicações desse debate concentram-se em regiões europeias, o que pode influenciar os resultados e as interpretações, diferenciando-se de contextos com características distintas, como o de países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil. Ademais, fatores como capital territorial e economias de aglomeração (Fratesi e Perucca, 2018; Mazzola et al., 2018), capacidade de inovação (Bristow e Healy, 2018), urbanização e padrões geográficos (Kitsos e Bishop, 2018), instituições (Pike et al., 2010; Thompson, 2015), cultura empresarial local (Thompson, 2015; Martin e Sunley, 2020), e dotações de capital humano (Fusillo et al., 2022; Diodato e Weterings, 2015) também são cruciais.

A dotação de capital humano é reconhecida não apenas pelo seu papel no crescimento econômico geral, mas também pelo potencial de ampliar retornos crescentes de escala por meio do conhecimento de trabalhadores qualificados (Romer, 1990; Lucas, 1998). Na literatura sobre resiliência, essa dotação também desempenha um papel crucial. Durante períodos de recessão, trabalhadores altamente qualificados possuem maior capacidade de adaptação às novas exigências de trabalho, facilitando ajustes mais rápidos nos sistemas econômicos locais (Fusillo et al., 2019). Ademais, uma força de trabalho

com maior nível educacional facilita a criação de novos conhecimentos, desempenhando um papel crucial na capacidade de adaptação da região (Lee, 2014; Rodríguez-Pose, 2013).

A capacidade de adaptação também pode estar ligada ao parentesco entre indústrias, ou seja, à relação de conhecimento e habilidades compartilhadas. Essa interconexão torna a economia regional mais adaptável, facilitando a absorção de trabalhadores e capital de outras atividades econômicas caso uma determinada região ou setor sofra rupturas inesperadas (Martin; Sunley, 2015). Esse conceito baseia-se na ideia de variedade relacionada, que está diretamente ligada ao contexto de resiliência. Diversos estudos consideram essa característica essencial para determinar a capacidade de reorientação e, conseqüentemente, a recuperação da região após perturbações (Neffke; Henning, 2013; Xiao et al., 2017; Cainelli et al., 2019; Balland, 2015).

Entre esses aspectos, uma atenção crescente tem sido dedicada ao papel da estrutura industrial (Urso et al., 2019). Estudos sobre os efeitos das estruturas industriais na resiliência econômica têm utilizado o mix industrial local como determinante (Martin, 2012; Lee, 2014; Healy; Bristow, 2018). Além disso, autores incorporam o papel da composição setorial e industrial juntamente com a diversidade tecnológica para caracterizar as regiões como resilientes (Balland et al., 2015; Martin et al., 2016; Fusillo et al., 2022). No que diz respeito à estrutura industrial, estudos empíricos sobre resiliência regional apontam um *trade-off* entre especialização e diversidade (Fingleton; Palombi 2013; Diodato; Weterings, 2015; Brakman et al., 2015; Capello et al., 2015).

Martin e Sunley (2006, 2015) detalham esse *trade-off*¹, apontando que, por um lado, a especialização econômica pode ser uma fonte de dinamismo e otimismo, mas, por outro lado, pode se tornar uma característica desestabilizadora se uma região for submetida a uma recessão. Fusillo et al., (2022) e Essletzbichler (2007) destacam que regiões especializadas, com poucas indústrias, tendem a ser menos vulneráveis a perturbações. Entretanto, se um desses setores for afetado por uma recessão, a probabilidade de um declínio econômico local aumenta significativamente. Além disso, uma economia especializada, apresenta menos flexibilidade para reorientar sua estrutura econômica, o que dificulta a criação de alternativas para a recuperação.

¹ Estudos como (Palaskas et al., 2015; Brakman et al., 2015; Capello et al., 2015; Cuadrado-Roura; Moroto, 2016) destacam que a especialização industrial fortalece a capacidade de resiliência. Em contrapartida, (Fingleton et al., 2012; Di Caro, 2013; Lagravinese, 2015) defendem que a diversificação industrial é essencial para a resiliência regional.

Em contrapartida, regiões diversificadas, com uma ampla gama de indústrias, embora mais expostas a choques, são menos propensas a sofrer impactos significativos de um choque específico em um setor (Davies; Tonts, 2010). Em consonância, Martin e Sunley (2015) afirmam que uma estrutura econômica diversificada, além de diminuir a vulnerabilidade, permite uma recuperação mais rápida. Por outro lado, a reação de uma região com uma base econômica diversificada dependerá também da inter-relação setorial (Martin, 2012).

Segundo Martin e Sunley (2015), a geografia econômica tem se interessado em compreender como a estrutura setorial de uma região, os tipos de atividades econômicas e o grau de inter-relação entre elas moldam seu desenvolvimento econômico. No contexto da resiliência regional, Herath et al., (2013) destacam a importância de examinar a composição dos principais setores, suas vantagens competitivas e as interações intersetoriais nos sistemas regionais em diferentes escalas espaciais (Bentley; Pugalis, 2013). Da mesma forma, Dawley et al., (2010) enfatizam que a compreensão das desigualdades na resistência regional depende, em grande parte, da análise das estruturas inter e intrasetoriais das economias regionais.

Tais interações podem desencadear um efeito cascata, em que uma desaceleração em um setor específico pode impactar a demanda e a oferta de outros setores em diferentes regiões (Giannakis et al., 2024), podendo também influenciar as dinâmicas econômicas em nível global agregado (Acemoglu et al., 2012). Por exemplo, Contreras e Fagiolo (2014) e Diodato e Weterings (2015) apontam que uma recessão que impacte um setor específico, especialmente aquele com fortes ligações comerciais em uma região, pode levar à redução da produção e do emprego em outros setores.

Por outro lado, a interconexão setorial pode beneficiar as regiões afetadas por crises econômicas ao gerar externalidades positivas, como a redução de custos de transporte e fluxos de conhecimento (Boschma, 2015; Shuttters et al., 2021; Kitsos et al., 2023). Essa característica industrial pode exercer um efeito positivo sobre a resiliência, uma vez que habilidades e capacidades tecnológicas podem ser realocadas entre as indústrias, aumentando a capacidade da região de se ajustar a choques (Cainelli et al., 2019). Portanto, entender a estrutura do sistema por meio das interações entre setores é fundamental para definir sua capacidade de reação diante de perturbações (Carvalho, 2014; Chopra; Khanna, 2015).

Com base nestes determinantes e suas premissas, e dado que o desempenho do mercado de trabalho, o nível de produção e a renda são elementos essenciais para

diferenciar a resiliência regional, torna-se imprescindível explorar as estratégias metodológicas utilizadas nas diferentes análises. Martin e Sunley (2015) e Hill et al., (2012) estão de acordo quanto à falta de uma abordagem consensual para medir a resiliência regional, enfatizando a complexidade na definição de métricas e métodos como um desafio significativo. Diversas abordagens são utilizadas para medir a resiliência regional, incluindo análise de caso baseada em entrevistas (Cowell, 2013), índices de resiliência (Martin, 2012; Han e Goetz, 2013), modelos econométricos de séries temporais (Fingleton et al., 2012), e modelos estruturais causais (Doran; Fingleton, 2013; Fingleton et al., 2014).

De maneira detalhada, ao examinar os diversos métodos para compreender a resiliência regional, os índices de resistência e recuperação propostos por Martin et al., (2012) têm sido amplamente reconhecidos em estudos como essenciais para analisar como recessões nacionais afetam diferentes regiões (Breathnach, 2015; Di Caro, 2015; Lagravinese, 2015; Faggian et al., 2018; Oliva; Lazzaretti et al., 2018). O índice de resistência é determinado pela comparação entre a redução do emprego ou produção na região e a queda no país como um todo. Por outro lado, a recuperação regional é medida pela taxa média de crescimento ao longo dos anos considerados, com ênfase na velocidade e extensão dessa recuperação.

Uma versão mais robusta² foi apresentada por Martin et al., (2016), fundamentada em uma abordagem contrafactual da atividade econômica. Em outras palavras, presume-se que o produto ou emprego regional se reduza durante a recessão na mesma proporção do nível nacional. Dessa forma, um índice de resistência e recuperação positivo indica que a região econômica em questão é mais resiliente e tem maior capacidade de recuperação em comparação com a economia nacional. Por outro lado, um índice negativo sugere menor resistência e capacidade de recuperação da região em relação ao cenário nacional.

Adicionalmente, esses índices, bem como outros com a mesma finalidade de distinguir a resiliência entre diferentes regiões, são de significativa importância em estudos que não apenas buscam compreender a resiliência, mas também identificar os determinantes essenciais para alcançá-la. Nesse contexto, a abordagem econométrica espacial tem sido amplamente utilizada em estudos sobre resiliência econômica regional,

² Para mais detalhes, consulte Martin et al., (2016).

como evidenciado por trabalhos de Fingleton (2012), Di Caro (2014), Cainelli et al., (2019), Tupy et al., (2021), e Giannakis et al., (2024).

Estudos recentes sobre resiliência regional no Brasil têm abordado diferentes aspectos das crises econômicas e seus impactos espaciais. Tupy et al., (2021) analisam os efeitos das crises da última década na economia brasileira (*e.g.* crise *subprime* de 2008 e crise político-econômica de 2014-2016), destacando semelhanças e diferenças em seus padrões espaciais. Em uma perspectiva complementar, Tupy et al., (2023) investigam a resiliência regional da economia brasileira a partir da pandemia da COVID-19, enfatizando como as características estruturais das regiões influenciam sua capacidade de enfrentamento e recuperação diante desse choque contracionista.

Seguindo essa linha de investigação sobre a resiliência econômica em diferentes contextos de crise, Eberhardt e Fochezatto (2024) analisam a duração da crise de 2008 nas microrregiões brasileiras, utilizando o método *survival analysis* para identificar os fatores que contribuíram para a maior resiliência de determinadas regiões. Já Silva et al., (2021) analisam os efeitos de choques externos de curto prazo no mercado formal de trabalho em municípios de MG especializados na extração de minério de ferro, adotando a abordagem da resiliência econômica regional evolucionária.

Embora esses estudos avancem na compreensão da resiliência regional no Brasil e considerem a importância da estrutura produtiva, limitações empíricas impedem a captura explícita das interações sistêmicas entre setores e regiões. Nesse sentido, a análise de insumo-produto surge como uma ferramenta analítica promissora para capturar tais interdependências e fornecer uma visão mais integrada do comportamento econômico regional. Essa metodologia permite avaliar como choques exógenos se propagam por diferentes setores e regiões, influenciando a dinâmica de produção, emprego e renda. Além disso, possibilita a consideração de fatores estruturais, como a diversificação produtiva e os graus de dependência entre setores, que desempenham um papel central na capacidade de resposta das economias regionais a crises.

Diodato e Weterings (2015), Giannakis e Bruggeman (2015), Giannakis et al., (2024), Han e Goetz (2018) e Kitsos et al., (2023) representam avanços significativos na compreensão da resiliência econômica regional ao utilizarem matrizes de insumo-produto como base para suas análises. No entanto, esses estudos, em sua grande maioria, se limitam a explorar apenas os fluxos de comércio dentro das matrizes, sem aproveitar a riqueza analítica que a análise de insumo-produto pode oferecer. As matrizes são usadas predominantemente para construir covariáveis explicativas, enquanto as respostas aos

choques são modeladas por meio de regressões, sem explorar as ferramentas sistêmicas e as interações complexas entre os setores e regiões.

Embora esses estudos forneçam contribuições valiosas, eles não aproveitam plenamente as possibilidades analíticas oferecidas pelas matrizes de insumo-produto. A utilização de uma análise mais aprofundada poderia proporcionar uma compreensão mais detalhada das interdependências regionais, das fragilidades e das capacidades de recuperação frente a choques econômicos, embora essa abordagem não seja o foco do presente estudo.

3. BASE DE DADOS

Este capítulo tem como objetivo resumir as informações referentes à base de dados. Para isso, o capítulo está organizado em duas seções. A primeira seção oferece uma breve descrição da construção de uma matriz inter-regional de insumo-produto. Por fim, a segunda seção apresenta por meio das matrizes inter-regionais de insumo-produto um panorama econômico e espacial da economia brasileira nos anos de 2011 e 2019

3.1 MATRIZ INTER-REGIONAL DE INSUMO-PRODUTO

Para o desenvolvimento metodológico deste trabalho, utilizam-se as matrizes inter-regionais de insumo-produto do Brasil referentes aos anos de 2011 e 2019, elaboradas e disponibilizadas pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS). A construção dessas matrizes segue o método *Interregional Input-Output Adjustment System (IIOAS)*³, conforme descrito por Haddad et al., (2016). As matrizes contemplam as 27 unidades da Federação (26 estados e o Distrito Federal) e desagregam a atividade econômica em 68 setores.⁴

Trabalhar com alta desagregação setorial oferece benefícios, como a possibilidade de identificar com precisão quais setores estão gerando determinados efeitos, evitando interpretações equivocadas decorrentes de análises agregadas. No entanto, direcionar os resultados torna-se desafiador, especialmente ao precisar justificar a escolha de certos setores para análise em detrimento de outros. Desse modo, a matriz de insumo-produto original, composta por 68 setores, será mantida para o desenvolvimento dos resultados metodológicos. No entanto, a apresentação será feita de forma agregada, visando facilitar a interpretação e a clareza dos resultados.

A agregação setorial segue as seções da Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE 2.0), iniciando com 20 setores agregados. Contudo, como mencionado anteriormente, essa agregação pode comprometer a precisão das análises. Para abordar essa limitação, optou-se por uma desagregação da indústria de

³ Algumas aplicações do método *IIOAS* incluem estudos para a Colômbia (Haddad et al., 2016a), Egito (Haddad et al., 2016b), Grécia (Haddad et al., 2020), México (Haddad et al., 2020) e Brasil (Haddad et al., 2017).

⁴ Para conferir a lista completa dos setores ver: Apêndice I – *Setores da Matriz de Insumo-Produto 2011 e 2019*.

transformação com base na intensidade tecnológica de acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), dividindo-a em setores de baixa, média-baixa, média-alta e alta tecnologia. Assim, a nova composição⁵ setorial para a apresentação dos resultados é composta por 23 setores.

3.2 PANORAMA DE PARTICIPAÇÃO DAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO NO VALOR ADICIONADO E NAS OCUPAÇÕES

Esta seção apresenta um panorama detalhado da participação das Unidades da Federação no valor adicionado e nas ocupações para os anos de 2011 e 2019. A análise abrange as 27 Unidades da Federação, bem como a composição das 5 regiões brasileiras, proporcionando uma visão comparativa entre esses dois períodos. A Tabela 1 evidencia que, em 2011, a região Sudeste foi responsável pela maior contribuição tanto no valor adicionado quanto nas ocupações, com destaque para o estado de São Paulo (SP), que concentrou aproximadamente 31,82% do valor adicionado e 25,79% das ocupações. Essa participação revela uma disparidade considerável na contribuição para o valor adicionado, visto que a participação do estado de São Paulo supera a soma das contribuições das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, que representam, respectivamente, 5,75%, 13,75% e 8,63%.

Tabela 1 - Variação percentual do valor adicionado e das ocupações nas Unidades da Federação e suas respectivas regiões em 2011 e 2019.

⁵ A nova desagregação está detalhada no Apêndice II – *Agregação Setorial para apresentação dos resultados*.

Variação Percentual					
Região	UF	Valor Adicionado		Ocupações	
		2011	2019	2011	2019
Norte	RO	0.65%	0.66%	0.97%	0.85%
	AC	0.22%	0.22%	0.33%	0.32%
	AM	1.59%	1.43%	1.32%	1.73%
	RR	0.18%	0.20%	0.19%	0.23%
	PA	2.44%	2.55%	2.47%	3.69%
	AP	0.23%	0.26%	0.25%	0.35%
	TO	0.45%	0.56%	0.74%	0.69%
Nordeste	MA	1.24%	1.33%	2.45%	2.44%
	PI	0.62%	0.74%	1.40%	1.36%
	CE	2.11%	2.25%	3.46%	3.97%
	RN	0.98%	1.00%	1.28%	1.40%
	PB	0.89%	0.95%	1.21%	1.56%
	PE	2.52%	2.66%	3.26%	3.82%
	AL	0.77%	0.83%	1.02%	1.08%
	SE	0.70%	0.63%	0.82%	1.00%
BA	3.92%	4.03%	5.31%	6.14%	
Sudeste	MG	9.40%	8.99%	11.35%	10.85%
	ES	2.32%	1.81%	2.01%	2.04%
	RJ	11.72%	10.40%	7.91%	8.13%
	SP	31.82%	31.07%	25.79%	24.09%
Sul	PR	5.88%	6.38%	6.67%	5.94%
	SC	3.95%	4.21%	4.64%	3.94%
	RS	6.09%	6.61%	6.61%	6.09%
Centro-Oeste	MS	1.30%	1.50%	1.34%	1.40%
	MT	1.66%	1.99%	1.76%	1.78%
	GO	2.83%	2.91%	3.20%	3.59%
	DF	3.54%	3.82%	2.23%	1.53%

Fonte: Elaboração própria com base nas matrizes de insumo-produto.

Ainda nesse sentido, a região Sul desempenha um papel relevante, com a soma das contribuições de suas Unidades da Federação aproximando-se de 15,92% do valor adicionado nacional. Ao comparar com o ano de 2019, os resultados são semelhantes, indicando que o tempo não foi suficiente para reduzir as disparidades, especialmente no que diz respeito à concentração do valor adicionado nas regiões Sul e Sudeste.

Essas constatações são essenciais para uma caracterização inicial do comportamento das Unidades da Federação, fornecendo a base para a análise da resiliência regional a partir da capacidade de reação das regiões. A disparidade observada em diferentes cenários de choque pode ser um primeiro indicador de variações na resistência entre as Unidades da Federação.

4. ESTRATÉGIAS EMPÍRICAS

A mensuração da resiliência regional apresenta desafios significativos, principalmente devido à ausência de métodos amplos e padronizados para abordá-la de maneira multifacetada.

Para testar a hipótese central, adota-se uma abordagem baseada em um modelo inter-regional de insumo-produto, o qual possibilita a simulação de cenários contrafactuais para avaliar diferentes tipos de choques e seus impactos sistêmicos. Esses eventos podem ser setoriais, mimetizando o encerramento de uma determinada atividade ou a exclusão de um setor específico de uma unidade da Federação da cadeia de valor, como no caso de uma crise que afete o setor agropecuário (*e.g.* secas, enchentes, pragas e doenças), ou o fechamento de fábricas e desastres ambientais que interrompam a continuidade de atividades, como, por exemplo, a extração mineral, excluindo a participação desse setor da dinâmica produtiva regional. Além disso, os eventos podem ser regionais, como uma crise financeira ou desastres ambientais, que excluam uma região específica da cadeia de valor.

Diferentemente de metodologias que se fundamentam em choques históricos, ou seja, uma situação *ex-post*, essa estratégia analítica investiga de maneira *ex-ante* a sensibilidade regional por meio da perda de valor adicionado associada a extrações regionais, ou seja, à exclusão total ou setorial de determinadas regiões da cadeia de valor. Os resultados dessa abordagem evidenciam a importância relativa de cada região na geração de valor adicionado, seja essa contribuição intrarregional ou inter-regional, ao mesmo tempo em que expõem os desafios inerentes à estrutura produtiva e à resiliência regional.

A fim de direcionar os resultados sistêmicos das extrações, utiliza-se a técnica de análise de rede, que desempenha um papel central ao permitir mapear e visualizar de forma intuitiva os padrões de interdependência entre setores e regiões. Essa abordagem facilita a identificação de vértices (nós) críticos na cadeia produtiva e a avaliação do grau de importância relativa de cada região na economia brasileira. Como estratégia complementar, emprega-se uma técnica de aprendizado de máquina em duas etapas. Na primeira, utiliza-se o algoritmo não supervisionado *k-means* para segmentar as unidades da Federação em *clusters*, identificando padrões regionais de resiliência com base em indicadores que refletem a interdependência produtiva regional. Na segunda etapa, aplica-

se um método supervisionado para validar a classificação, recorrendo à regressão logística e à técnica de *permutation importance* para avaliar a relevância das variáveis e a coerência dos agrupamentos formados.

Dessa forma, a metodologia proposta não apenas testa a hipótese central, mas também contribui ao proporcionar ferramentas analíticas que capturam as interações complexas entre regiões e setores, permitindo uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas econômicas regionais. Além disso, a comparação entre os anos de 2011 e 2019 possibilita investigar se, devido à defasagem temporal, ocorreram alterações na estrutura produtiva que impactaram a capacidade de resiliência das economias regionais, ampliando as perspectivas sobre a evolução da resiliência ao longo do tempo.

Por fim, o capítulo é estruturado de forma a apresentar as diferentes abordagens metodológicas em detalhes. Na primeira seção, descrevem-se os modelos de insumo-produto. A segunda seção aborda a implementação dos choques na matriz inter-regional e suas respectivas características. A terceira seção apresenta a análise de rede, destacando sua aplicação para mapear as interdependências entre setores e regiões. A quarta seção descreve a abordagem de aprendizado de máquina, utilizado para segmentar as unidades da Federação em *clusters*.

4.1 MODELOS DE INSUMO-PRODUTO- ESTRUTURA CONCEITUAL E FORMALIZAÇÃO

A análise de insumo-produto é uma extensão prática da teoria clássica de interdependência geral que vê a economia total de uma região, país, ou mesmo do mundo todo, como um sistema simples, e parte para descrever e para interpretar a sua operação em termos de relações estruturais básicas observáveis (Leontief, 1987, p.860).

Um modelo de insumo-produto para uma região ou país específico descreve os fluxos monetários de bens e serviços entre as indústrias locais e os segmentos da demanda final. Segundo Miller e Blair (2009), a análise de insumo-produto é versátil na avaliação da economia, pois agrupa informações sobre o processo produtivo, consumo intermediário, distribuição de renda, comércio exterior, pagamento de salários e impostos, por meio de uma tabela conhecida como tabela de insumo-produto ou matriz de insumo-produto. As matrizes de insumo-produto, ao desagregarem os setores por ramo de atividade dentro do sistema de contas nacionais, oferecem uma análise detalhada das relações intersetoriais, facilitando a compreensão das interdependências produtivas.

De modo similar, constituem-se as matrizes inter-regionais de insumo-produto, que se diferenciam por incorporar os fluxos monetários de compra e venda entre setores, regiões e agentes da demanda final (e.g. Governo, Famílias). Para exemplificar, o Quadro 1 esquematiza as principais relações da matriz de insumo-produto para duas regiões e um número indefinido de setores.

Quadro 1 - Ilustração das relações de uma matriz de insumo-produto

		COMPRAS				
		Setores Região L	Setores Região M	Região L	Região M	
VENDAS	Setores Região L	Insumos Intermediários (Z^{LL})	Insumos Intermediários (Z^{LM})	Demanda Final (Y^{LL})	Demanda Final (Y^{LM})	Demanda Total (X^L)
	Setores Região M	Insumos Intermediários (Z^{ML})	Insumos Intermediários (Z^{MM})	Demanda Final (Y^{ML})	Demanda Final (Y^{MM})	Demanda Total (X^M)
		Importações (M^L)	Importações (M^M)	Importações (M^L)	Importações (M^M)	M
		Impostos (T^L)	Impostos (T^M)	Impostos (T^L)	Impostos (T^M)	T
		Ocupações	Ocupações			
		Valor Adicionado (W^L)	Valor Adicionado (W^M)			
		Produção Total (X^L)	Produção Total (X^M)			

Fonte: Elaboração própria

O fluxo de compra e venda é representado, respectivamente, pelas colunas e linhas. A matriz identifica componentes como o consumo intermediário, que corresponde à soma dos fluxos de compra e venda entre setores e regiões; a demanda final, que reúne as participações de agentes, como o consumo das famílias, governo, investimento e exportações; a demanda total, resultante da soma do consumo intermediário com a demanda final; o valor adicionado, que abrange as remunerações (salários e contribuições

sociais), o excedente bruto operacional, além de impostos e subsídios sobre as atividades; e a produção total, que equivale à soma da produção por produto, sendo igual à demanda total.

Para formalizar a apresentação da matriz inter-regional de insumo-produto por meio de relações matemáticas⁶, considera-se uma economia com um número genérico de n setores de atividade, em contraste com a simplificação de dois setores apresentada no Quadro 1. Dessa forma, sob a ótica das vendas, a demanda total pela produção total do setor i pode ser representado da seguinte forma:

$$x_i = \sum_{j=1}^n Z_{ij} + C_i + I_i + G_i + E_{xi} \quad i = 1,2,3 \dots n \quad (1)$$

em que- x_i representa a demanda total pela produção total do setor i ; Z_{ij} é a produção do setor i , vendida como insumo intermediário ao setor j ; C_i é a produção do setor i vendida às famílias; I_i corresponde à produção do setor i , vendida para fins de investimento fixo; G_i refere-se à produção do setor i , vendida ao governo; e E_{xi} é a produção do setor i , vendida ao exterior, isto é, exportações do setor i .

A equação (1) pode ser vista como um sistema matricial de n equações, como segue:

$$\begin{aligned} x_i &= Z_{ij}^{1,1} + Z_{ij}^{1,2} + \dots + Z_{ij}^{1,n} + f_1 \\ &\quad \vdots \qquad \qquad \qquad \vdots \qquad \qquad \qquad \vdots \\ x_i &= Z_{ij}^{n,1} + Z_{ij}^{n,2} + \dots + Z_{ij}^{n,n} + f_n \end{aligned} \quad (2)$$

onde f_n ($i = 1, \dots, n$) representa as vendas do setor i para os segmentos ou componentes da demanda final.

Ao assumir que os fluxos intermediários por unidade do produto final sejam fixos, é possível, por meio dos fluxos intersetoriais (Z_{ij}) e da produção total (x_i), determinar o coeficiente técnico, conhecido também como a tecnologia dentro de uma matriz de insumo-produto, conforme descrito na Equação (1).

$$a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{x_j} \quad (3)$$

⁶ A formalização e o desenvolvimento matemático são fundamentados nas diretrizes apresentadas por Miller e Blair (2009).

O coeficiente a_{ij} expressa a quantidade de insumo que um setor i necessita para produzir uma unidade monetária de produto no setor j . Após calcular esse coeficiente técnico, substitui-se os fluxos monetários (Z_{ij}) da Equação (1) por $a_{ij}X_j$, reescrevendo a Equação (2) como segue:

$$\begin{aligned} x_i &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + f_1 \\ &\quad \vdots \qquad \qquad \qquad \vdots \qquad \qquad \qquad \vdots \\ x_i &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + f_n \end{aligned} \quad (4)$$

A equação (4) pode ser descrita em notação matricial:

$$x = Ax + f \quad (5)$$

De maneira detalhada, a representação matricial pode ser melhor esclarecida pela Equação (6), em que $A_{mn \times mn}$ corresponde à matriz de coeficientes técnicos, enquanto $X_{mn \times 1}$ e $f_{mn \times 1}$ são vetores de coluna ($m \times 1$) que representam, respectivamente, a produção total e a demanda final.

$$A = \begin{bmatrix} A^{11} & \dots & A^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{m1} & \dots & A^{mn} \end{bmatrix} x = \begin{bmatrix} x^1 \\ \vdots \\ x^m \end{bmatrix} f = \begin{bmatrix} f^1 \\ \vdots \\ f^m \end{bmatrix} \quad (6)$$

Após manipulações algébricas realizadas na Equação (5), o modelo básico inter-regional de insumo-produto pode ser descrito da seguinte forma-

$$X = (I - A)^{-1} = Lf \quad (7)$$

A matriz $L = (I - A)^{-1}$, denominada matriz Inversa de Leontief descreve os requerimentos totais (diretos mais indiretos) de produção de cada um dos n setores da economia para satisfazer uma unidade monetária de demanda final. Cada coeficiente da matriz L , denotado por L_{ij} , representa o montante de produção do setor i , em termos monetários, necessário para atender a uma unidade monetária de demanda final pelo setor j .

4.2 MÉTODO DE EXTRAÇÃO REGIONAL

Esta seção será dividida em duas subseções. A primeira aborda a extração regional, destacando o impacto da remoção total da estrutura produtiva de uma região e seus impactos na estrutura produtiva das demais. Também se considera o papel do comércio internacional no processo produtivo regional, endogenizando-se as exportações e tratando-as como uma região adicional no modelo. Por fim, descreve-se a aplicação desse método para variáveis relevantes à resiliência, como produção (valor adicionado). A segunda subseção foca na extração regional e seus impactos setoriais. A segunda subseção foca na extração regional e seus impactos setoriais. Nesta abordagem, a extração de uma região e de sua estrutura produtiva afeta as atividades setoriais tanto da própria região quanto das demais, incluindo novamente a região externa que considera o comércio internacional.

4.2.1 EXTRAÇÃO REGIONAL

Com base na descrição dos modelos de insumo-produto, o método de extração regional pode ser desenvolvido conforme descrito por Dietzenbacher et al., (1993). A capacidade de realizar extrações hipotéticas de um setor ou região específica permite quantificar as alterações no emprego e no valor adicionado em uma economia composta por diversas regiões e setores. Nesse contexto, a capacidade de testar diferentes choques possibilita compreender como a interdependência produtiva regional responde a esses impactos, especialmente ao integrar uma visão sistêmica dos resultados.

Considerando um modelo inter-regional com n regiões e n setores produtivos, como anteriormente, desenvolve-se o método de extração hipotética. Neste sentido, assume-se que a primeira região seja extraída enquanto as $n - 1$ regiões representam o restante da economia. Dessa forma, a produção total pode ser reestruturada a partir do particionamento de x , expressa como $x = (x^{1'}, x^{R'})$, em que $X^R = (x^2, \dots, x^{I'}, \dots, x^{N'})$, sendo este último um vetor coluna com $n(N-1)$ elementos. De maneira similar, temos

$$A = \begin{bmatrix} A^{11} & A^{1R} \\ A^{R1} & A^{RR} \end{bmatrix} \quad (8)$$

A inversa da matriz de Leontief, na sua forma particionada, é expressa da seguinte maneira:

$$L = (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} A^{11} & A^{1R} \\ A^{R1} & A^{RR} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Com base na Equação (9), os níveis de produção na região 1 e nas demais regiões, podem ser expressos, respectivamente, da seguinte forma-

$$x^1 = L^{11}f^1 + L^{1R}f^R \quad (10)$$

$$x^R = L^{R1}f^1 + L^{RR}f^R \quad (11)$$

Após a extração hipotética da região 1, a Equação (5) assume a seguinte forma:

$$x^{-R} = A^{RR}x^{-R} + f^R \quad (12)$$

sendo que o vetor x^{-R} representa a produção total da economia remanescente no modelo reduzido, isto é, o modelo no qual a região 1 é removida da economia nacional. A solução da equação reduzida é:

$$x^{-R} = (I - A^{RR})^{-1} + f^R \quad (13)$$

A diferença entre os elementos (x^R) da Equação (11) e (x^{-R}) da Equação (13) reflete os efeitos da extração hipotética da produção total da região 1 sobre o restante da economia. Para calcular e interpretar essa diferença ($x^R - x^{-R}$) é necessário calcular a matriz L , que corresponde ao inverso de uma matriz particionada da seguinte forma:

$$L^{1R} = L^{11}A^{1R}(I - A^{RR})^{-1} \quad (14)$$

$$L^{R1} = (I - A^{RR})^{-1}A^{R1}L^{11} \quad (15)$$

$$L^{RR} = (I - A^{RR})^{-1} + (I - A^{RR})^{-1}A^{R1}L^{11}A^{1R}(I - A^{RR})^{-1} \quad (16)$$

Então:

$$x^R - x^{-R} = L^{R1}f^1[L^{RR} - (I - A^{RR})^{-1}]f^R \quad (17)$$

$$= (I - A^{RR})^{-1} A^{R1} L^{11} [f^1 A^{1R} (I - A^{RR})^{-1} f^R] \quad (18)$$

A interpretação da expressão $x^R - x^{-R}$ pode ser dividida em duas partes- a) a primeira, $(L^{R1} f^1)$, descreve a produção no restante da economia necessária para atender à demanda final f^1 na região 1, desde que não seja extraída⁷; b) a segunda parte, $[L^{RR} - (I - A^{RR})^{-1}] f^R$, representa a produção no restante da economia que não é mais necessária para sustentar a produção intermediária de insumos na região 1, com objetivo de atender à demanda final no restante da economia f^R . Além disso, observa-se que os elementos do vetor $x^R - x^{-R}$ revelam o impacto do poder de compra da região 1 sobre a produção das demais regiões.

Para medir a dependência da região em relação ao restante da economia, aplica-se a abordagem tradicional de feedbacks inter-regionais à própria região. Esse método compara os resultados da região 1 no contexto do modelo inter-regional com os resultados da mesma região no modelo de região única. Matematicamente, essa comparação é expressa da seguinte forma:

$$x^1 - x^{-1} = L^{11} f^1 + L^{1R} f^R - ((I - A^{11})^{-1}) f^1 \quad (19)$$

Utilizando das Equação (14) e (17) e substituindo os subscritos 1 e R, obtém-se:

$$x^1 - x^{-1} = (I - A^{11})^{-1} A^{1R} L^{RR} [f^R + A^{R1} (I - A^{11})^{-1} f^1] \quad (20)$$

O vetor $x^1 - x^{-1}$ é denominado vetor de *feedbacks* inter-regionais, permitindo medir a dependência da região 1 em relação ao restante da economia. Em outras palavras, esse vetor quantifica o impacto da extração regional, descrevendo o efeito da remoção das $N - 1$ regiões na produção da região 1 remanescente.

De forma análoga, é essencial compreender a relevância do comércio internacional para as economias e suas respectivas regiões. Para isso, Los et al., (2016) propuseram uma decomposição das exportações baseada na metodologia de extração hipotética, que permite quantificar o valor agregado nas exportações de um país. Entretanto, como destacado por Haddad et al., (2020), a ausência de dados detalhados, como os fluxos

⁷ Essa abordagem formal, desenvolvida por Dietzenbacher et al., (1993), é utilizada neste estudo, mas com a exclusão da participação da demanda final da região extraída.

comerciais entre setores das regiões domésticas e de outros países, exige a adoção de abordagens alternativas. Nesse contexto, os autores sugerem tratar as exportações para o restante do mundo como uma região exógena, representada por um vetor coluna na demanda final de um sistema inter-regional nacional.

Com base no modelo básico de insumo-produto previamente descrito, considera-se um modelo nacional inter-regional de insumo-produto com n regiões diferentes, em que as exportações para o restante do mundo (Exp) são tratadas como um vetor coluna na demanda final (f). A Equação (7) pode ser representada como:

$$\begin{bmatrix} x^1 \\ \vdots \\ x^n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A^{11} & \dots & A^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{n1} & \dots & A^{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^1 \\ \vdots \\ x^n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f^{11} & \dots & f^{1n} & f^{1Exp} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f^{n1} & \dots & f^{nn} & f^{nExp} \end{bmatrix} i \quad (21)$$

$$\begin{bmatrix} x^1 \\ \vdots \\ x^n \end{bmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} I & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A^{11} & \dots & A^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{n1} & \dots & A^{nn} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} f^{11} & \dots & f^{1n} & f^{1Exp} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f^{n1} & \dots & f^{nn} & f^{nExp} \end{bmatrix} \right\} \quad (22)$$

$$i = \begin{bmatrix} L^{11} & \dots & L^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ L^{n1} & \dots & L^{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f^{11} & \dots & f^{1n} & f^{1Exp} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f^{n1} & \dots & f^{nn} & f^{nExp} \end{bmatrix} i$$

em que i é um vetor coluna cujos elementos são todos iguais a 1. Esse vetor é utilizado para somar os elementos de cada uma das $n + 1$ linhas da matriz f . Em termos práticos, o vetor i atua como um "filtro", agregando e somando os valores de todas as linhas da matriz f .

Segundo Los *et al.*, (2016) o valor adicionado na região 1 (VA_1) pode ser expresso como:

$$VA_1 = v_1(I - A)^{-1}f_1 \quad (23)$$

Onde v_1 é o vetor de valor adicionado da região 1, ponderado pela produção bruta total da região. Para atribuir a quantidade de valor adicionado transferido da região 1 para a região n , conforme proposto por Los *et al.*, (2016), considera-se, de forma hipotética, que a região 1 não realiza transferências para a região doméstica n . Nesse cenário, o valor adicionado hipotético pode ser representado por:

$$VA_{1,n}^* = v_1(I - A_{1,n}^*)^{-1}f_{1,n}^*i_p \quad (24)$$

As matrizes de coeficientes hipotéticas $A_{1,n}^*$ e $f_{1,n}^*$ são expressas, respectivamente, da seguinte forma:

$$A_{1,n}^* = \begin{bmatrix} A^{11} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{n1} & \dots & A^{nn} \end{bmatrix}$$

$$f_{1,n}^* = \begin{bmatrix} f^{11} & \dots & 0 & f^{1Exp} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f^{n1} & \dots & f^{nn} & f^{nExp} \end{bmatrix}$$

Ao considerar um cenário hipotético no qual a região 1 interrompe suas exportações para o *Exp*, ou seja, excluindo sua participação no setor externo, o valor adicionado hipotético resultante dessa nova configuração pode ser expresso como:

$$VA_{1,Exp}^* = v_1(I - A_{1,n}^*)^{-1}f_{1,Exp}^*i$$

Em que $f_{1,Exp}^*$ representa a matriz hipotética da demanda final, na qual a região 1 não participa do comércio internacional. A formulação dessa matriz é apresentada a seguir:

$$f_{1,Exp}^* = \begin{bmatrix} f^{11} & \dots & f^{1n} & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f^{n1} & \dots & f^{nn} & f^{nExp} \end{bmatrix}$$

Com base nas Equação (23) e (24), define-se o valor adicionado da região 1 após sua extração. O resultado revela o grau de dependência da região em relação às demais estruturas produtivas regionais.

$$DVA_{1,n}^* = VA_1 - VA_{1,n}^* \quad (29)$$

De forma semelhante, é possível analisar o impacto no valor adicionado da região 1 ao extrair hipoteticamente sua participação no setor externo por meio das exportações.

$$VA_{1,EXP}^* = VA_1 - VA_{1,EXP}^* \quad (30)$$

Observa-se que as análises realizadas até o momento contemplaram tanto os impactos sobre a produção total da economia quanto sobre o valor adicionado. Essa abordagem foi mantida para preservar a apresentação original do desenvolvimento metodológico. O primeiro enfoque examina os impactos das extrações regionais na produção total da economia, enquanto o segundo inclui a extração do comércio internacional e os impactos resultantes no valor adicionado.

A transição entre essas abordagens de produção total e valor adicionado constitui um processo comum na metodologia de extração, no qual o pesquisador opta pela abordagem que melhor atende aos seus objetivos de análise. É também, possível realizar outras avaliações, como o nível de ocupação.

4.2.2 EXTRAÇÃO REGIONAL E IMPACTOS SETORIAIS⁸

Após apresentar duas formas distintas de extração regional, uma que considera os impactos da extração regional doméstica e outra que avalia a extração da demanda externa, será introduzida uma terceira extração em nível setorial e regional. Essa abordagem detalha a importância de cada setor para sua respectiva região, assim como sua dependência em relação às demais regiões.

As equações apresentadas anteriormente (21) e (22) continuam essenciais para expressar matematicamente essa extração, mantendo sua estrutura original. Para implementar essa nova abordagem de extração, é necessário definir a formulação específica do valor adicionado, considerando tanto o vetor de valor adicionado por região quanto por setor dentro de cada região, resultando na geração do vetor v_{s1} .

$$VAS_1 = v_{s1}(I - A)^{-1}f_1 \quad (31)$$

A representação do valor adicionado de uma determinada região após a retirada hipotética de um setor pode ser descrita da seguinte forma-

⁸ A abordagem metodológica adota como referência os estudos de Los et al., (2016) e Haddad et al., (2020).

$$VAS_{1,n}^* = v_{s1}(I - A_{1,n}^*)^{-1}h_{1,n}^*i \quad (32)$$

As matrizes de coeficientes hipotéticas $A_{1,n}^*$ e $h_{1,n}^*$ são expressas, respectivamente, da seguinte forma-

$$A_{1,n}^* = \begin{bmatrix} A^{11} & 0 & A^{13} & \cdots & A^{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{n1} & A^{n2} & A^{n3} & \cdots & A^{nn} \end{bmatrix} \quad (33)$$

$$h_{1,n}^* = \begin{bmatrix} f^{11} & 0 & A^{13} & \cdots & f^{1n} & f^{1Exp} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f^{n1} & f^{n2} & f^{n3} & \cdots & f^{nn} & f^{nExp} \end{bmatrix} \quad (34)$$

As equações mostram, de forma hipotética, a extração do setor 1 da região 1 na região 2, considerando também a exclusão da participação da demanda final ($h_{1,n}^*$) nesse setor, mas mantendo a região 2 condicionada ao setor externo (f^{1Exp}).

Para considerar a exclusão da participação do setor externo no setor 1 da região 1 e seu impacto no valor adicionado, seguinte formulação é apresentada:

$$VAS_{1,Exp}^* = v_{s1}(I - A_{1,n}^*)^{-1}h_{1,Exp}^*i \quad (35)$$

Em que $h_{1,Exp}^*$ representa a matriz hipotética da demanda final, na qual o setor 1 da região 1 não possui participação no setor externo. Essa matriz é expressa da seguinte forma:

$$h_{1,n}^* = \begin{bmatrix} f^{11} & f^{12} & A^{13} & \cdots & f^{1n} & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ f^{n1} & f^{n2} & f^{n3} & \cdots & f^{nn} & f^{nExp} \end{bmatrix} \quad (36)$$

Com base nas Equações (23) e (32), o valor adicionado da região 1 é redefinido após a extração da participação do setor 1 dessa região nas interações econômicas com a região 2:

$$DVAS_{1,n}^* = VAS_1 - VAS_{1,n}^* \quad (37)$$

De maneira semelhante, é possível analisar o impacto no valor adicionado da região 1 ao extrair hipoteticamente a participação do setor 1 dessa região no comércio internacional.

$$DVAS_{1,EXP}^* = VAS_1 - VAS_{1,EXP}^* \quad (38)$$

Assim, ao apresentar as possibilidades de extração, delineiam-se diferentes cenários de choques que simulam a resistência das regiões diante de adversidades hipotéticas. Este estudo considera dois tipos de extrações integradas: i) A extração do tipo 1, que corresponde à remoção regional de cada uma das 27 unidades da Federação, além de uma região adicional que reflete a participação no setor externo; ii) A extração do tipo 2 refere-se à remoção em nível setorial de uma determinada região, analisando sua interdependência com as demais regiões.

Esses dois tipos de extração exemplificam diferentes aspectos da resistência econômica das regiões frente a choques hipotéticos. A extração do tipo 1 ilustra o impacto da retirada de uma região específica da economia. Em outras palavras, quando essa região deixa de participar da estrutura produtiva, as demais podem ser afetadas devido à interdependência econômica entre elas. A extração do tipo 2, por sua vez, ilustra o impacto isolado em uma região resultante da remoção de uma atividade setorial específica. Essa exclusão evidencia os efeitos da retirada setorial, tanto pela dependência da própria região quanto pela interdependência com as demais regiões, incluindo aquela que é caracterizada como a demanda externo.

Para fins de esclarecimento, o presente trabalho criou um cenário abrangente de extrações para a economia brasileira nos anos de 2011 e 2019. As extrações foram realizadas de forma completa, abrangendo cada região e cada setor, com e sem a consideração da região que representa o setor externo. Além disso, essa análise foi conduzida no âmbito do valor adicionado.

4.3 ANÁLISE DE REDES

Com o intuito de determinar a importância relativa de uma região na cadeia de valor da economia com base nos resultados obtidos pelas extrações hipotéticas, emprega-se a análise de redes como uma ferramenta adicional. Essa abordagem permite explorar as interações entre os diversos componentes do sistema, proporcionando possibilidades de

análise em termos de relevância e significância relativa, além de facilitar, por meio de visualizações, uma interpretação clara e objetiva.

O uso dessa ferramenta tem incentivado discussões em diversas áreas de pesquisa, sendo amplamente referenciado em estudos clássicos, como os de Albert e Barabasi (2002), Albert (1999) e Newman (2003). Além disso, a análise de redes tem promovido interações metodológicas com a análise de insumo-produto, conforme demonstrado por estudos como os de Chen et al., (2015), Wang e Chen (2016), Zhang et al., (2021) e Yang et al., (2024). Essa integração é justificada pela capacidade de combinar as características estruturais e inter-regionais da análise de insumo-produto, que modela fluxos econômicos entre regiões e setores, com a essência analítica da análise de redes, que explora as conexões e interdependências de forma visual e relacional.

De maneira distinta aos trabalhos anteriores que utilizam os fluxos de compra e venda incorporados na matriz de insumo-produto, o presente estudo desenvolve uma rede com base nos resultados das extrações, mantendo características semelhantes às da matriz, especialmente no que se refere à visão de interdependência. No entanto, a característica de relação regional ou setorial é modificada, uma vez que a rede passa a ser unidirecionada. Ou seja, a comparação das relações é realizada de forma individual, sem considerar a bidirecionalidade dos fluxos. Nessa interpretação, os nós correspondem às regiões ou setores, enquanto as arestas representam os fluxos monetários que conectam esses elementos (Han; Goetz, 2019; Ribeiro et al., 2021; Giannakis et al., 2024).

A distinção exposta impacta diretamente a escolha das métricas de análise de rede, considerando as características específicas dos dados e os objetivos analíticos. No presente caso, medidas baseadas em distância, como *Betweenness Centrality* e *Closeness Centrality*, não são adequadas, pois o interesse analítico não está relacionado à acessibilidade ou aos caminhos mais curtos na rede, mas sim à avaliação da importância relativa global dos nós⁹.

Adicionalmente, métricas como *In-degree* e *Out-degree*, que em estudos como o de Ribeiro et al., (2021) e Giannakis et al., 2024 são utilizadas para analisar as ligações pelo lado da demanda e da oferta, também não se aplicam neste contexto. Isso ocorre porque, diferentemente de uma matriz de insumo-produto, na qual os fluxos bidirecionais representam transações de compras e vendas, os dados aqui analisados refletem apenas a dependência unidirecional.

⁹ Uma apresentação mais detalhada dessas definições e métricas pode ser encontrada em estudos, como o de Newman (2006).

Métricas como a Centralidade do Autovetor - *Eigenvector Centrality (CE)* e o Grau Ponderado - *Weighted degree* são mais apropriadas para testar a hipótese central deste estudo, pois permitem captar a importância relativa dos nós, considerando tanto as conexões quanto os pesos associados. Em particular, a centralidade do autovetor é eficaz para avaliar a influência de um vértice (nó) com base em suas conexões com outros vértices estruturalmente relevantes na rede. A medida é calculada a partir dos autovalores λ e autovetores x da matriz de adjacência, conforme descrito por Koschützki et al., (2005), e pode ser expressa como:

$$CE(i) = \frac{1}{\lambda} \sum_{j \in V} a_{ij} x_j \quad (39)$$

em que a_{ij} é o elemento da matriz de adjacência A , que indica o peso da conexão entre o vértice i e o vértice j ; x_{ij} representa o valor da centralidade associado ao vértice j .

A medida de grau ponderado (*Weighted degree*) pode também ser fundamental para quantificar a influência relativa de um vértice dentro de uma rede, considerando não apenas a quantidade de arestas conectadas, mas também os pesos atribuídos a essas arestas. Dessa forma, essa métrica reflete a intensidade da interdependência que uma região ou setor mantém com os demais. O cálculo desta medida, fundamentado nos estudos de Newman (2006) e Barthelemy (2011), pode ser expresso pela seguinte equação:

$$s_i = s(i) = \sum_{j \in V(G)} a_{ij} w_{ij} \quad (40)$$

sendo $w_{ij} = w(e_{ij})$; e_{ij} o peso atribuído à aresta que conecta as arestas i e j ; a_{ij} é o elemento da matriz de adjacência A ; G representa o grafo ou a rede em análise.

Portanto, para esclarecer, a principal diferença entre essas duas métricas é que a centralidade do autovetor captura a influência global na rede, enquanto o grau ponderado reflete apenas a conectividade direta de um nó.

4.4 ALGORITMO *K-MEANS*

Para identificar grupos de unidades da Federação com base na hipótese que define a resiliência, aplica-se o algoritmo de aprendizado não supervisionado de cluster *k-means*,

amplamente reconhecido por sua simplicidade e elevada eficiência na análise de dados, conforme destacado por Liu et al., (2018). O algoritmo foi alimentado com três métricas sistêmicas: *Eigenvector Centrality* e *Weighted Degree*, ambas derivadas da análise de redes e representando a importância relativa de cada unidade federativa em cenários de choque, e o índice de ligação de Leontief, que caracteriza a capacidade de integração na cadeia produtiva, seja pelas compras ou pelas vendas.

O algoritmo *k-means*, segundo Kodinariya e Makwana (2013), começa com a definição de *k* centróides, que são os pontos representativos de cada cluster. Esses centróides são inicialmente colocados de maneira estratégica, com a recomendação de que estejam o mais distantes possível entre si para obter melhores resultados. Em seguida, cada ponto de dados é atribuído ao centróide mais próximo, formando assim os primeiros clusters. Após essa atribuição inicial, os centróides são recalculados, agora sendo a média das posições de todos os pontos dentro de cada cluster. O processo é repetido: os pontos são realocados para os novos centróides, e os centróides são recalculados com base nessa nova atribuição. Isso continua até que não haja mudanças significativas nas posições dos centróides, indicando que o agrupamento chegou a uma solução estável. O objetivo do algoritmo é minimizar a soma das distâncias entre os pontos e seus respectivos centróides, buscando a melhor distribuição dos dados em clusters.

Para determinar o número de clusters *k* adequado, duas abordagens comuns foram utilizadas: o *Elbow Method* e o *Silhouette Score*. O *Elbow Method* baseia-se na análise da variação da soma dos quadrados das distâncias entre os pontos e os centróides, buscando identificar o ponto de inflexão onde a melhoria na soma dos quadrados começa a diminuir, sugerindo o número ótimo de clusters. Já o *Silhouette Score* avalia a qualidade da atribuição dos pontos aos clusters, medindo o quão próximos os pontos estão de seu próprio cluster em comparação com outros clusters, fornecendo uma avaliação quantitativa da coerência da segmentação.

Além disso, a preparação dos dados envolveu a padronização e normalização das variáveis com a transformação *Yeo-Johnson*, com o objetivo de estabilizar a variância dos dados e aproximá-los de uma distribuição normal. Essa etapa foi essencial para garantir a equidade na contribuição das variáveis ao modelo, mitigando possíveis efeitos adversos de escalas heterogêneas.

4.5 MODELO LOGÍSTICO

A fase supervisionada do aprendizado de máquina utiliza a regressão logística para validar a segmentação obtida na etapa não supervisionada. As variáveis preditoras são derivadas das métricas empregadas na análise de redes, incluindo centralidade do autovetor, grau ponderado e índice de ligação de Leontief, enquanto a variável resposta corresponde aos agrupamentos resultantes do algoritmo *k-means*. Para reduzir o risco de sobreajuste e garantir a capacidade de generalização do modelo, os dados são divididos em conjuntos distintos de treinamento e teste. A regressão logística é então ajustada com um limite ampliado de iterações, assegurando a estabilidade na estimativa dos coeficientes.

A formulação matemática da regressão logística utilizada nesta etapa é expressa pela seguinte equação:

$$P(y_i = 1) = \frac{e^{x_i\beta}}{1 + e^{x_i\beta}} \quad (41)$$

Em uma matriz de n observações, β representa os coeficientes da regressão, x é o vetor de preditores, e i indexa uma observação no conjunto de dados. A robustez da regressão logística é assegurada pela maximização da função de log-verossimilhança, estimando os coeficientes β que melhor ajustam o modelo aos dados observados. A obtenção dessas estimativas segue o procedimento descrito em Hastie et al., (2019) e Pereira et al., (2016):

$$\mathcal{L}(\beta) = \sum_{i=1}^n [x_i y_i \beta - \log(1 + e^{x_i \beta})] \quad (42)$$

4.6 PERMUTATION IMPORTANCE

Com o modelo treinado, utiliza-se a técnica *Permutation Importance* (PI) para avaliar a influência de cada variável no desempenho do modelo. O método funciona embaralhando os valores de uma variável e medindo o impacto na precisão da previsão. Conforme descrito por Altmann et al., (2010) e Silveira et al., (2023), o método PI segue os seguintes passos: (i) os valores de uma variável específica são permutados

aleatoriamente enquanto as demais permanecem inalteradas; (ii) o modelo gera novas previsões com base nos valores permutados, e a qualidade dessas previsões é avaliada; (iii) a importância das variáveis é ranqueada com base na redução da qualidade das previsões em relação ao modelo original. Na análise, o modelo de regressão logística foi treinado com as variáveis explicativas *Eigenvector Centrality*, *Weighted Degree* e *Leontief*, tendo o cluster como variável resposta. Após a divisão dos dados em conjuntos de treinamento e teste, o método *Permutation Importance* revelou quais variáveis¹⁰ possuem maior impacto na capacidade do modelo de prever a classificação dos clusters.

¹⁰Os resultados detalhados podem ser encontrados no Apêndice III.

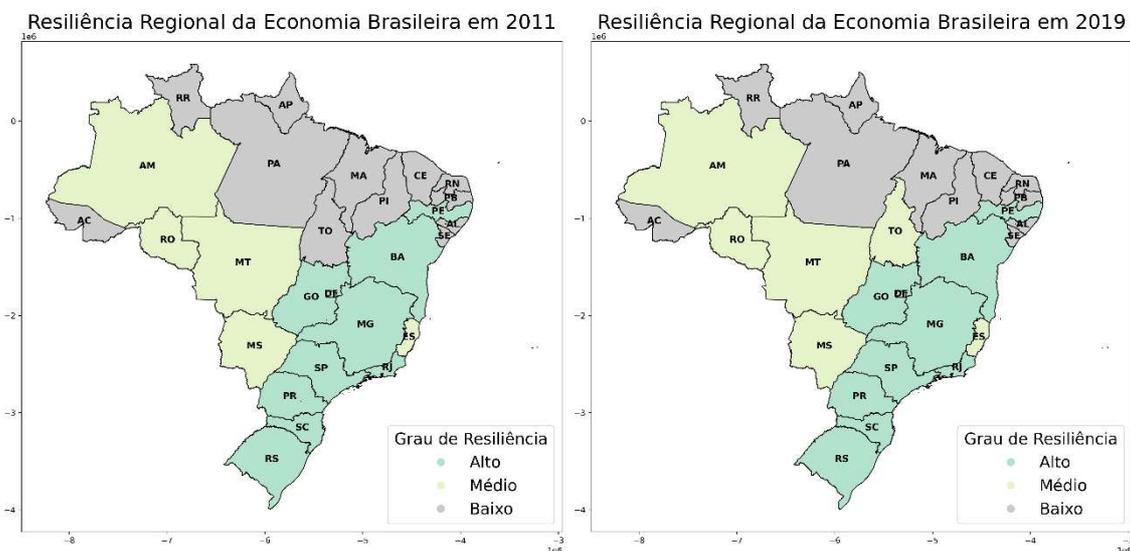
5. RESULTADOS

Como previamente mencionado, a caracterização dos resultados obtidos por meio da estratégia empírica fundamenta-se na hipótese central de que a resiliência das unidades da Federação está diretamente relacionada à sua importância relativa na cadeia de valor, especialmente em cenários de choques que afetam negativamente a dinâmica econômica. A descrição dos resultados inicia-se com a análise do grau de resiliência das unidades da Federação, fundamentando-se na estrutura produtiva e em choques hipotéticos que simulam a interdependência entre as regiões e fornecem a base para a construção de medidas de rede utilizadas na formalização desse grau.

A caracterização dos graus de resiliência foi estabelecida com base nessas métricas, que fornecem características essenciais para os estágios de aprendizado de máquina. Esse processo envolve tanto o algoritmo *k-means*, em uma abordagem não supervisionada, quanto o modelo de regressão logística, aplicado em um contexto supervisionado, juntamente com a técnica de *permutation importance*. As unidades da Federação com grau de alta resiliência destacam-se por sua maior importância relativa em cenários de choque, refletida pela significativa participação na construção do valor adicionado inter-regional, conexões com regiões influentes (que também desempenham papel relevante na construção do valor adicionado das demais regiões) e maior integração na estrutura produtiva. As regiões com grau de resiliência média apresentam características intermediárias nessas dimensões, enquanto as de baixa resiliência têm os menores níveis dessas variáveis.

Com isso, foi possível elaborar uma caracterização da resiliência regional da economia brasileira para os anos de 2011 e 2019, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Caracterização do grau de resiliência regional da economia brasileira com base no valor adicionado, para os anos de 2011 e 2019, respectivamente.



Fonte: Elaboração própria com base nas métricas calculadas a partir das matrizes de insumo-produto.

A caracterização do grau de resiliência regional revela uma divisão geográfica bem definida no território brasileiro, indicando certa homogeneidade dos níveis de resiliência dentro de cada macrorregião. Esses achados estão em consonância com Tupy et al., (2021), que identificam uma relação positiva entre a resistência de uma região após um choque agregado e o padrão de resistência em suas regiões vizinhas, além da existência de padrões macrorregionais na sensibilidade aos efeitos das crises. Observa-se que, em sua maioria, as unidades da Federação localizadas nas regiões Sul e Sudeste apresentam alta resiliência, enquanto as regiões Norte e Nordeste concentram os menores níveis. Já o Centro-Oeste, em sua predominância, apresenta resiliência média.

Compreender essa configuração requer uma análise inicial do processo de expansão da economia brasileira, que moldou o desenvolvimento regional e seus desdobramentos futuros. Conforme apontado por Martine e Diniz (1991), Cano (1977) e Góis Sobrinho e Azzoni (2015), a principal transformação no padrão de crescimento ocorreu com a transição do modelo agroexportador para o urbano-industrial¹¹, concentrando-se no estado de São Paulo. Como apresentado por Diniz e Mendes (2021), esse estado já

¹¹ Essa dinâmica favoreceu a concentração da produção industrial no estado de São Paulo. Em 1919, sua participação na indústria nacional correspondia a 32,2%, alcançando 58,2% no início da década de 1970 (Pochmann, 2016)

apresentava vantagens comparativas, como a disponibilidade de recursos naturais, infraestrutura urbana relativamente desenvolvida e um fluxo migratório significativo, especialmente de populações oriundas do Nordeste, fatores que consolidaram sua crescente predominância na economia brasileira.

Com base nesse esclarecimento, o estado de São Paulo emerge como o principal motor para a caracterização da resiliência regional. Isso é corroborado pelos apontamentos de Góis Sobrinho e Azzoni (2015), que destacam a capacidade de integração de São Paulo na economia, o que levou as regiões fora do eixo Sudeste a adaptarem suas estruturas produtivas para complementar o eixo dominante. Essas evidências, somadas à significativa participação de São Paulo na economia brasileira, não deixam dúvidas quanto ao seu grau de resiliência. Contudo, é necessário esclarecer que, embora existam outros estados com grau similar de resiliência, há uma heterogeneidade dentro desse grupo, que deve ser considerada.

O elevado grau de resiliência observado nos estados da região Sudeste está, em grande parte, associado ao processo de descentralização da produção agrícola e, posteriormente, à desconcentração industrial no estado de São Paulo. Esse movimento ocorreu como uma tendência de deslocamento em direção à periferia da região, redistribuindo atividades produtivas e fortalecendo a integração econômica dessas regiões.

O estado de Minas Gerais (MG), por exemplo, destacou-se no cenário nacional devido à sua estrutura produtiva diversificada, com predominância no setor primário e na indústria extrativa. Além disso, o estado abriga segmentos da indústria de transformação, incluindo a metalurgia, a produção de alimentos e a fabricação de veículos automotores. De forma semelhante, o Rio de Janeiro (RJ) apresenta alto grau de resiliência, mas com menor participação da agropecuária, destacando-se na indústria de petróleo e gás. O setor de serviços, por sua vez, sozinho representou 59,1% de seu valor adicionado em 2011 (BCB, 2014).

Por sua vez, o estado do Espírito Santo (ES), único estado da região Sudeste com grau médio de resiliência, se distingue pela baixa integração na cadeia produtiva e pela alta especialização em setores específicos, com parte de sua produção voltada para a demanda externa. Segundo Ribeiro et al., (2024), sua estrutura produtiva é dominada pela administração pública, comércio e extração mineral, com destaque para minério de ferro, petróleo e gás. Esse cenário reforça a hipótese central deste estudo, que destaca a limitada importância relativa dentro da cadeia de valor no caso do estado.

Os estados da região Sul, igualmente classificados com alto grau de resiliência, compartilham características semelhantes aos estados da região Sudeste, especialmente devido à integração no Polígono Industrial. Segundo Diniz (1993), este polígono representa uma vasta área de concentração da atividade industrial, onde também ocorreu uma significativa descentralização para cidades de porte médio e pequeno. A partir disso, a capacidade desses estados de manterem uma forte integração na cadeia produtiva emerge como um fator crucial para sustentar a hipótese central e, conseqüentemente, um elevado grau de resiliência.

Na região Centro-Oeste, o grau de resiliência varia entre os estados: Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS) apresentam grau médio de resiliência, enquanto Goiás (GO) destaca-se com alta resiliência. Esses estados compartilham uma base produtiva consolidada no setor primário, com ênfase na agricultura de grãos e pecuária extensiva. A formação de complexos agroindustriais, também observada no Sul e Sudeste, fomentou a interdependência entre o setor primário e a indústria de transformação, gerando efeitos de encadeamento que fortalecem a economia regional. No entanto, a dependência de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul nas exportações de commodities pode reduzir sua relevância na formação do valor adicionado inter-regional. Em contraste, Goiás diferencia-se pela diversificação de sua base produtiva, que, segundo Diniz (2018), destaca-se pelas montadoras automotivas, grandes máquinas agrícolas e um polo farmacêutico.

A região Norte apresenta heterogeneidade no grau de resiliência, com Rondônia (RO), Amazonas (AM) e Tocantins (TO) classificados com nível médio. Nesse contexto, Diniz (2018) destaca que a ampliação das exportações de commodities tem intensificado a articulação da região com o comércio internacional, especialmente por meio da indústria extrativa no Pará (PA). Adicionalmente, Cardozo (2018) ressalta a expansão das fronteiras agrícolas para Rondônia e Tocantins. No entanto, as razões para essa resiliência variam entre os estados. O Amazonas, por exemplo, se beneficia da Zona Franca de Manaus, cuja política de incentivos fiscais fortalece seu polo industrial e amplia sua interdependência com o restante do Brasil. Já Rondônia (RO) é influenciada pela expansão agrícola do Centro-Oeste, enquanto Tocantins (TO) vivencia impactos semelhantes, especialmente devido à proximidade com a fronteira agrícola de estados como Bahia (BA), Mato Grosso (MT) e Goiás (GO).

A região Nordeste, composta por 9 estados, é predominantemente caracterizada por baixa resiliência, exceto Bahia (BA) e Pernambuco (PE). Segundo Haddad et al., (2024), entre 2004 e 2019, a economia da região se tornou mais complexa, com transformações

nas relações inter-regionais e com o exterior. Os autores destacam a indústria automobilística em Pernambuco e o avanço do agronegócio nos estados do Piauí (PI), Maranhão (MA) e Bahia (BA), que integram a fronteira agrícola do Matopiba.

O elevado grau de resiliência observado nos estados da Bahia (BA) e de Pernambuco (PE) está associado, além da presença de polos petroquímicos e automobilísticos, à expansão do setor agropecuário, especialmente na Bahia. Essas evidências reforçam a hipótese central do estudo, em consonância com Haddad et al., (2024), que apontam que apenas duas regiões metropolitanas, uma em cada estado, apresentam a maior integração na cadeia produtiva do Nordeste.

Embora a resiliência regional da economia brasileira tenha sido inicialmente contextualizada, é possível aprofundar a análise ao considerar as questões estruturais das economias regionais por meio de uma análise setorial. Focando nos grandes setores da economia, essa abordagem permite compreender como as bases produtivas e dinâmicas regionais influenciam a capacidade de resposta a choques. A compreensão das interdependências setoriais permite avaliar a posição relativa das regiões na cadeia produtiva, sendo uma das proposições centrais deste estudo para a caracterização da resiliência.

Nesse contexto, as interdependências setoriais podem ser representadas por meio de redes, utilizando métricas específicas para identificar a posição das regiões na cadeia produtiva. Com base em extrações hipotéticas que simulam cenários de choques, é possível avaliar a contribuição de cada região para o valor adicionado de um setor. Para essa análise, aplica-se a centralidade do autovetor, que mensura a importância de uma região/setor ao considerar tanto suas conexões diretas quanto suas ligações com outras regiões/setores influentes. Essas conexões revelam o quanto uma região participa do valor adicionado de outra, destacando sua relevância na cadeia produtiva.

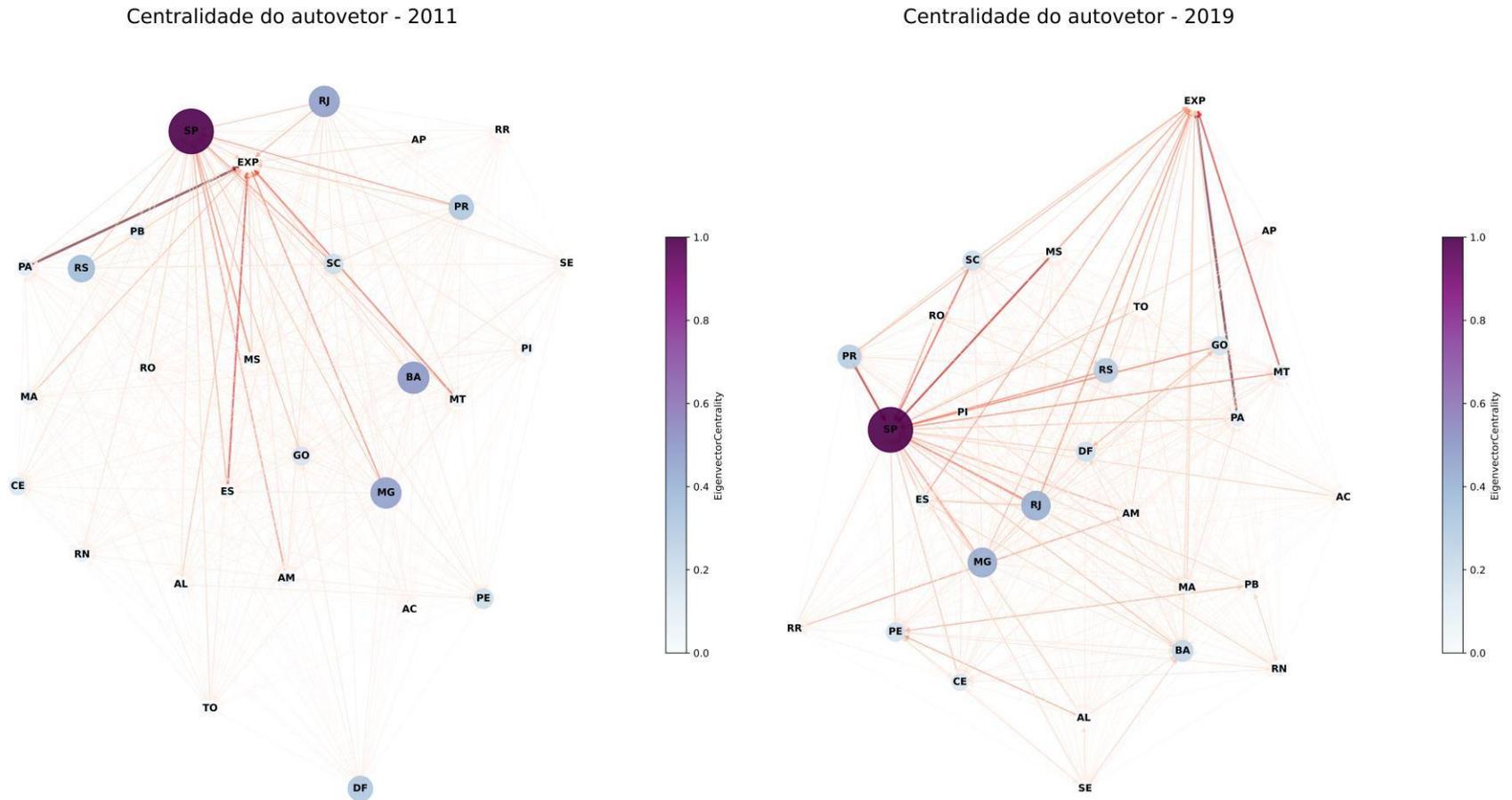
Visualmente, essa estrutura pode ser interpretada da seguinte forma: os vértices (círculos) representam as Unidades da Federação, enquanto as arestas (linhas) indicam as interdependências regionais, refletindo a dependência relativa entre as regiões em um cenário hipotético de crise ou choque. A espessura e a cor das arestas expressam a intensidade dessas relações, sendo que conexões mais fortes são representadas por linhas mais escuras e espessas. Da mesma forma, vértices maiores e de tonalidade mais escura indicam regiões com maior centralidade na rede, ou seja, aquelas que desempenham um papel fundamental na estrutura produtiva ao contribuir significativamente para o valor adicionado de outros setores e ao se conectar a regiões igualmente influentes.

Neste contexto, a Figura 2 apresenta, de forma antecipada, a rede de interdependência entre as 27 unidades da Federação, ilustrando os fluxos econômicos regionalizados e incluindo a contribuição do restante do mundo por meio das exportações. Esses resultados refletem as discussões realizadas anteriormente para a caracterização da resiliência, uma vez que a medida utilizada foi uma das categorias empregadas para definir o grau de resiliência. A centralidade do autovetor para as regiões reflete a posição central do estado de São Paulo na economia, destacando-o como o principal vértice da rede. Esse resultado é esperado, considerando a trajetória econômica e o processo de desenvolvimento regional da economia brasileira, que evidenciam uma clara concentração produtiva, especialmente no setor industrial, com destaque para o polo dominante localizado neste estado.

Conforme Diniz e Mendes (2021), à medida que o foco da acumulação se deslocou do setor agroexportador para o urbano-industrial, houve uma reorientação da produção, antes voltada ao mercado externo, para o mercado interno. Nesse processo, o estado de São Paulo destacou-se como a região mais apta a liderar essa transformação, consolidando sua posição e ampliando sua influência sobre a economia brasileira, impulsionado por vantagens comparativas, capital humano qualificado e infraestrutura produtiva.

Apesar da desconcentração nas décadas de 1970 e 1980, São Paulo permaneceu o centro industrial dominante. A redistribuição, conforme Azzoni (1986) e Diniz (1993), não reverteu a polarização, mas foi parcial. Embora as cidades médias, especialmente na periferia da Região Metropolitana de São Paulo, apresentassem um crescimento dinâmico, a expansão industrial permanecia concentrada nos grandes centros urbanos, como São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ). Esse movimento era impulsionado principalmente pela proximidade com polos industriais e pela redução dos custos de transporte, favorecida pelas economias de aglomeração. Esse movimento foi denominado por Azzoni (1986) como "desconcentração concentrada", no qual as indústrias se deslocaram para áreas periféricas da região Sul-Sudeste, mas sem perda significativa de concentração industrial.

Figura 2 - Centralidade do autovetor das Unidades Federativas com Base no Valor Adicionado (2011 e 2019)



Fonte: Elaboração própria com base nas matrizes de insumo-produto.

Essa dinâmica foi mais tarde ampliada por Crocco e Diniz (1996) e Andrade e Serra (1999), que identificaram o Polígono Industrial, delimitado pelos municípios de Belo Horizonte (MG), Uberlândia (MG), Maringá/Londrina (PR), Porto Alegre (RS), Florianópolis (SC) e São José dos Campos (SP). Diniz e Mendes (2021) revisitaram essa configuração, observando um alargamento do Polígono em direção a novos municípios em outros estados, como Anápolis e Rio Verde (GO), Campo Grande (MS) e Volta Redonda (RJ).

A redistribuição industrial reduziu a concentração em algumas áreas, mas São Paulo (SP) manteve seu papel central na rede de interdependência produtiva ao longo do tempo, como ilustrado na Figura 2 para 2011 e 2019. Como mencionado, os estados periféricos que se beneficiaram desse espraiamento industrial, particularmente aqueles na região Sul-Sudeste, como demonstrado pelo conceito de "desconcentração concentrada" de Azzoni (1986), continuam a manter uma relação estreita com o estado de São Paulo (SP). Esta centralidade não se dá apenas pela proximidade geográfica, mas também pelo alinhamento produtivo, com fluxos de dependência significativos entre os estados vizinhos, e aqueles que compartilham características produtivas similares, o que fortalece a interdependência.

Por se tratar de uma das métricas utilizadas para caracterizar o grau de resiliência, a Figura 2 destaca-se ao evidenciar resultados convergentes, que refletem a estrutura produtiva. Nesse contexto, é essencial aprofundar a discussão setorial para compreender a resiliência regional da economia brasileira. Considerando a predominância de São Paulo (SP) na rede e seu elevado grau de resiliência, é necessário iniciar a análise com a expansão desse polo para regiões com características econômicas similares. Esse movimento deve ser analisado gradualmente, avançando das áreas centrais para as periferias, que apresentam menor centralidade e resiliência.

A escolha das atividades econômicas a serem interpretadas na medida de rede deve envolver setores essenciais para a economia, com características específicas e, em alguns casos, particularmente adequados para determinadas regiões ou unidades da Federação, além de serem importantes para a compreensão da resiliência regional da economia brasileira. Nesse contexto, analisar setores como a indústria extrativa e o agropecuário permite visualizar a dinâmica da relação com a demanda externa em dois segmentos cruciais. Da mesma forma, é importante focar na indústria de transformação de alta tecnologia devido ao seu potencial de encadeamento produtivo e valor agregado. O setor

de comércio e serviços também deve ser considerado, pois são atividades transversais na economia.

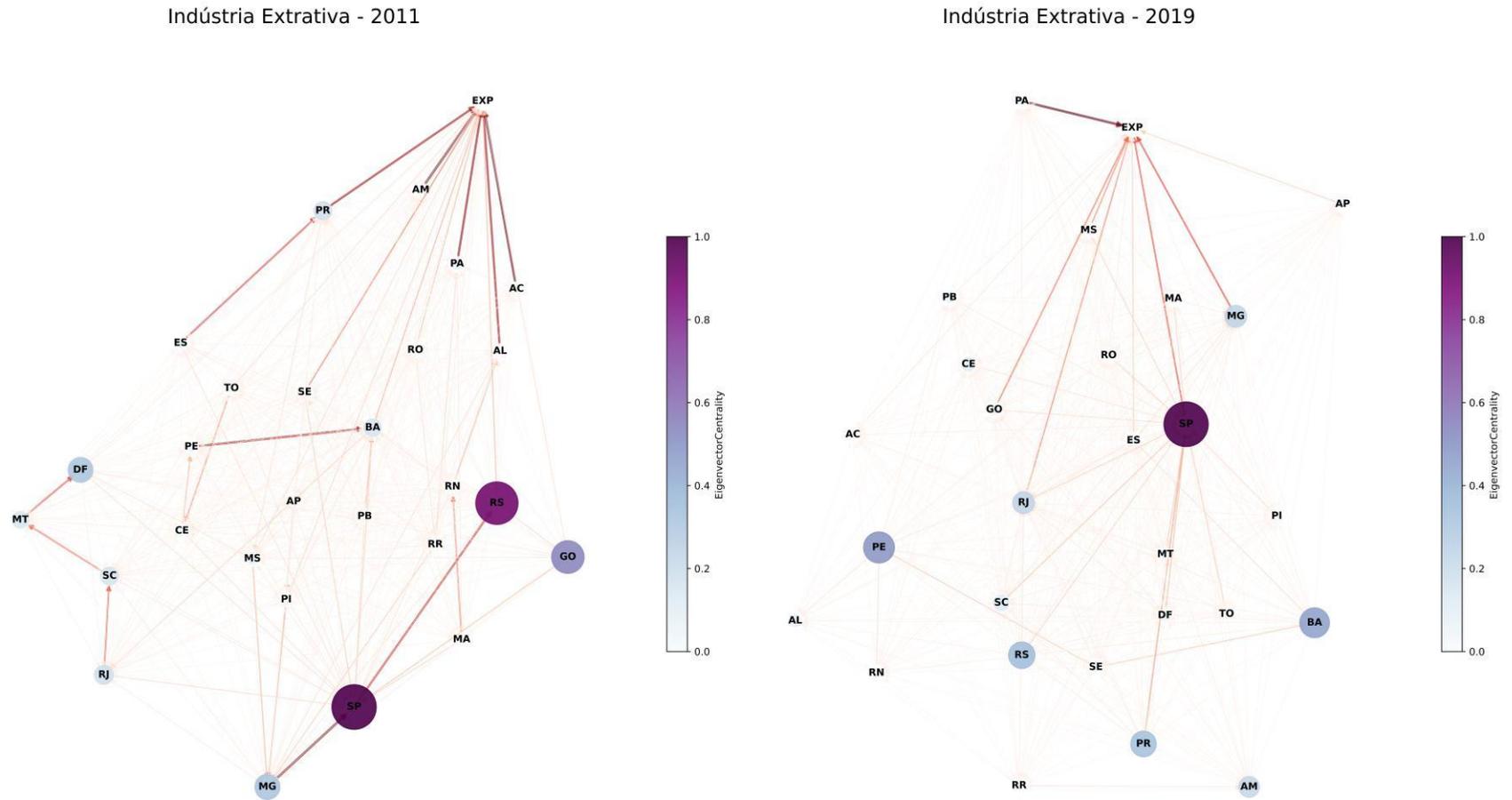
Estados como Rio de Janeiro (RJ) e Minas Gerais (MG) destacam-se nesse processo, com sua relevância refletida na posição relativa que ocupam na rede. Em termos de estrutura produtiva, sobressai a indústria extrativa desses estados, que, respectivamente, ocupam a primeira e a terceira maior participação no valor adicionado da economia brasileira, de acordo com dados da matriz de insumo-produto de 2019. Essa atividade industrial fortalece as relações dessas regiões com o comércio internacional, como ilustrado na Figura 3, por meio das arestas direcionadas às “Exp”.

No contexto da resiliência, a importância da indústria extrativa para o valor adicionado de Minas Gerais e Rio de Janeiro reflete sua dependência do comércio internacional, conforme ilustrado pelas arestas na Figura 4. Essa dependência torna essas regiões expostas a choques exógenos, como crises financeiras globais ou flutuações na demanda internacional, que escapam ao controle da economia brasileira. Tais choques podem impactar significativamente a dinâmica econômica local, devido à forte integração do setor nas cadeias produtivas e à elevada segmentação das atividades associadas.

Esse cenário é corroborado por Silva et al., (2021), observam a capacidade de resposta de municípios de Minas Gerais, dependentes da mineração, a choques externos, como a flutuação dos preços das *commodities*. Tupy et al., (2021), embora não consiga afirmar que regiões brasileiras voltadas para as exportações foram mais afetadas pela crise externa, indicam que as respostas às crises estão condicionadas à dependência dos mercados internacionais e à forma como os setores estão integrados nas cadeias de valor. De maneira semelhante, Fratesi e Rodríguez-Pose (2016) apontam que regiões europeias dependentes das exportações foram mais afetadas durante crises internacionais.

O Espírito Santo (ES), único estado do Sudeste com grau médio de resiliência, se destaca pela dependência da indústria extrativa, que representa 9,89% do seu valor adicionado (Figura 3). Essa dependência torna o estado vulnerável a flutuações na demanda externa, comprometendo sua resiliência a choques globais. Além disso, o desastre ambiental no município de Mariana em Minas Gerais (MG) interrompeu atividades mineradoras essenciais para o estado, evidenciando sua fragilidade e interdependência regional (BCB, 2017). A relevância desse setor e sua segmentação nas cadeias produtivas podem agravar ainda mais a economia regional, devido aos possíveis encadeamentos intrarregionais.

Figura 3 – Centralidade do autovetor para a Indústria Extrativa com base no valor adicionado (2011 e 2019).



Fonte: Elaboração própria com base nas matrizes de insumo-produto.

O setor agropecuário, também dependente da demanda externa e predominante no Sudeste e em grande parte do país, é ilustrado na Figura 4, que destaca o comportamento setorial das regiões na rede. No Sul, a concentração produtiva em São Paulo (SP) fortaleceu o setor primário nas áreas vizinhas, frequentemente devido à transferência parcial dessas atividades. Com ênfase na produção de grãos como soja e milho, além da pecuária, Cardozo (2018) classifica a região como detentora de importantes polos agroindustriais no Brasil.

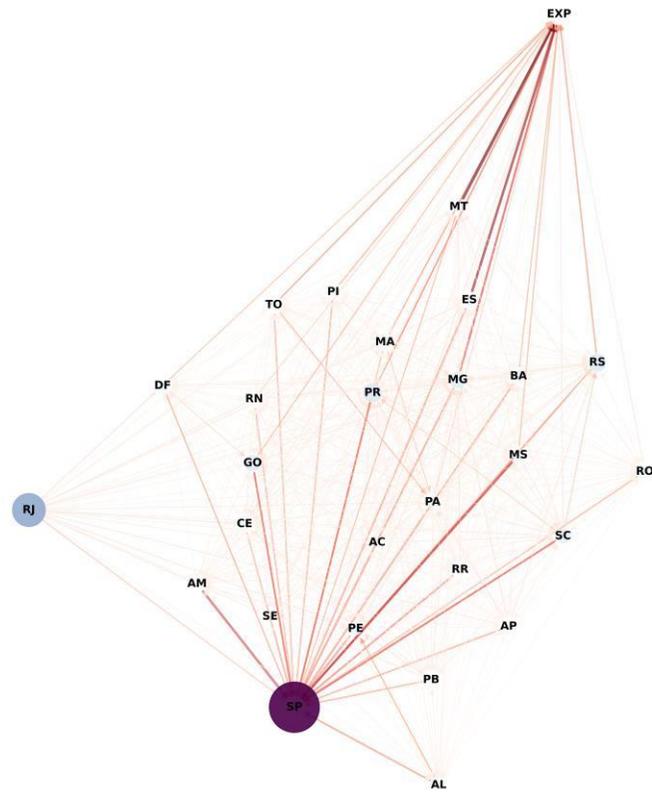
A estreita integração entre a produção primária e a indústria de processamento, particularmente no Paraná e Rio Grande do Sul, fortalece a cadeia produtiva e sustenta a economia regional (BCB, 2015; 2018). Embora a região esteja vulnerável às flutuações na demanda externa, ela apresenta uma certa diversificação em sua estrutura produtiva, o que a coloca em condições mais favoráveis diante de crises ou choques negativos.

A posição de São Paulo na rede do setor agropecuário, apesar de sua grande participação no valor adicionado nacional, reflete uma relação estratégica mais ampla. A rede para o setor agropecuário destaca uma evidência que corrobora a hipótese central, sendo, à primeira vista, contraintuitiva. Embora sua economia não seja predominantemente agropecuária, a centralidade de São Paulo na rede intersetorial reforça seu papel essencial como ponto de conexão e interdependência no contexto nacional. O encadeamento setorial da agropecuária no estado envolve indústrias de baixa tecnologia, como abate e produtos de carne, fabricação e refino de açúcar, e fabricação de celulose, além de indústrias de média-baixa tecnologia, como produção de biocombustíveis e produtos de borracha e material plástico. Isso ressalta o papel estratégico de São Paulo como elo central na cadeia produtiva vinculada à agropecuária, mesmo que sua participação ocorra majoritariamente por meio de setores industriais associados ao agronegócio.

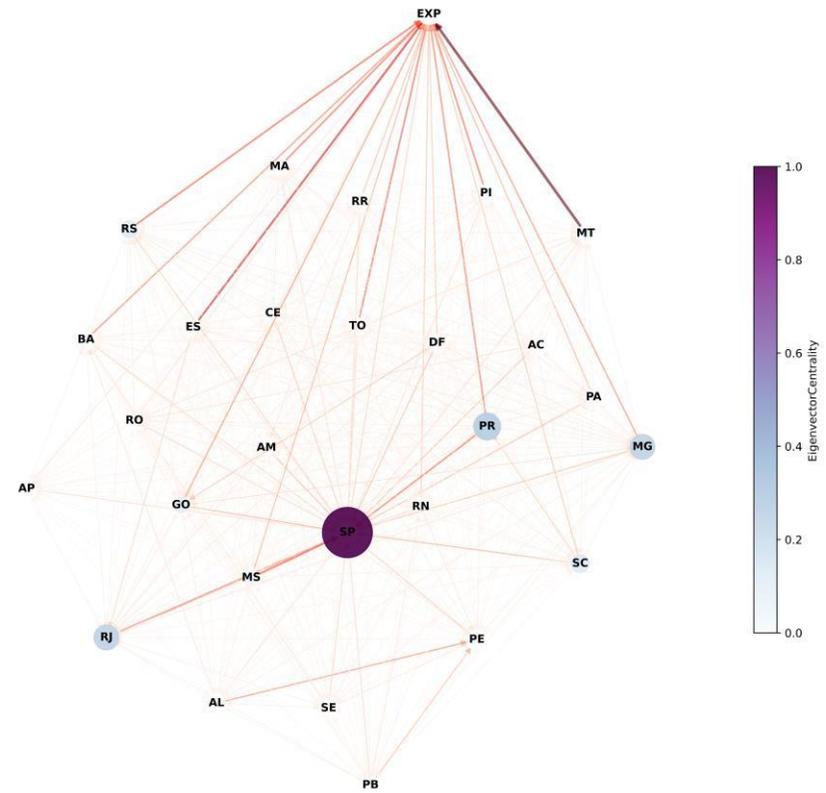
Nesse sentido, enquanto São Paulo (SP) se destaca como um centro articulador da agroindústria nacional, os estados do Centro-Oeste assumem um papel crucial como núcleos produtivos do setor agropecuário. Caracterizados por sua elevada dependência dessas atividades, esses estados configuram-se como fronteiras de expansão e desenvolvimento do agronegócio. Reconhecida por sua especialização relativa em atividades primárias, a região Centro-Oeste tem desempenhado um papel cada vez mais relevante na inserção da economia brasileira no mercado internacional de commodities.

Figura 4 – Centralidade do autovetor para o setor agropecuário com base no valor adicionado (2011 e 2019).

Agropecuária - 2011



Agropecuária - 2019



Fonte: Elaboração própria com base nas matrizes de insumo-produto.

Em 2019, segundo a matriz de insumo-produto, o setor agropecuário contribui com aproximadamente 21,26% do valor adicionado no Mato Grosso (MT), 17,10% no Mato Grosso do Sul (MS) e 11,43% em Goiás (GO). No entanto, a análise da rede revela que, apesar do desempenho intrarregional do setor agropecuário nos estados do Centro-Oeste, sua importância relativa dentro da rede é limitada. Isso se deve a dois fatores principais.

O primeiro ponto refere-se à baixa dependência intrarregional do valor adicionado setorial nesses estados. Por exemplo, um evento exógeno que paralisasse ou eliminasse a participação do próprio estado resultaria em perdas mínimas no valor adicionado setorial, como observado no Mato Grosso, com uma perda de 16,55%, e no Mato Grosso do Sul, com uma perda de 22,32%. Isso indica que, apesar da elevada participação do setor agropecuário no valor adicionado dos estados do Centro-Oeste, sua estrutura produtiva continua a depender significativamente de São Paulo, especialmente no caso do Mato Grosso do Sul, como evidenciado pela espessura e cor da aresta em direção a esse estado, conforme ilustrado na Figura 4.

O segundo fator está relacionado à dependência da demanda externa, que acentua a sensibilidade econômica desses estados. Com base na matriz de insumo-produto de 2019, a remoção das exportações do setor agropecuário resultaria em quedas substanciais no valor adicionado setorial, atingindo 57,01% no Mato Grosso (MT), 22,99% em Goiás (GO) e 17,85% no Mato Grosso do Sul (MS). A Figura 4 ilustra essa relação, destacando a conexão desses estados com o mercado externo (Exp) por meio de uma aresta espessa e de coloração mais intensa, evidenciando sua elevada sensibilidade às oscilações da demanda internacional. Resultados semelhantes são apontados por Tupy et al., (2021), que destacam a capacidade de resistência do Centro-Oeste em diferentes crises, associada à estrutura produtiva da região.

É importante mencionar que apesar do Centro-Oeste ser caracterizado por um grau de resiliência semelhante, existe uma heterogeneidade. Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS) se distinguem quanto à dependência relativa do setor agropecuário: enquanto o valor adicionado desse setor em Mato Grosso (MT) está mais integrado à demanda externa, no Mato Grosso do Sul (MS) ele se alinha predominantemente à demanda interna, especialmente ao estado de São Paulo (SP). Por outro lado, Goiás (GO) se diferencia ainda mais desses estados, pois sua estrutura produtiva não se restringe à agropecuária, contando com a presença significativa de polos agroindustriais, automobilísticos e farmacêuticos. Essa diversificação influencia sua resiliência econômica de duas formas: primeiro, sua capacidade de reação a choques está mais

suscetível a fatores de caráter nacional; segundo, em um choque setorial específico, como um impacto negativo sobre a agropecuária, sua base produtiva diversificada pode favorecer maior capacidade de resistência em comparação aos demais estados da região.

A diferenciação estrutural observada no Centro-Oeste evidencia a heterogeneidade da dependência do setor agropecuário entre os estados da região. Essa característica não se limita a essa macrorregião, mas também se manifesta na região Norte, onde a expansão da fronteira agrícola desempenha um papel importante na economia regional. Estados como Tocantins (TO) e Rondônia (RO) se destacam pela forte participação agropecuária no valor adicionado, com 14,17 % e 13,92%, respectivamente, conforme os dados da matriz de insumo-produto de 2019. Além disso, esses estados apresentam uma dependência significativa do setor de Comércio e Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas, que representa 17,20% e 15,59% do valor adicionado, respectivamente. Essa dependência pode ser explicada pelos efeitos de encadeamento do setor agropecuário, que estimula a demanda por bens e serviços complementares ao setor, como peças, serviços de manutenção, comércio de veículos e transporte. Adicionalmente, o setor de serviços, com destaque para a administração pública, também desempenha um papel relevante na estrutura produtiva dessas economias.

Em contraste, o estado do Pará (PA), embora classificado como uma região de baixa resiliência, possui uma dinâmica econômica distinta na região Norte. Sua posição geográfica estratégica e a presença do Porto de Belém são fundamentais para o escoamento de produtos minerais e agrícolas, integrando a economia do estado com outras regiões do Brasil e mercados internacionais. A indústria extrativa, que representa cerca de 19,72% do valor adicionado estadual, é a principal atividade produtiva do Pará (PA). A Figura 3 ilustra a forte conexão do estado com o mercado internacional, evidenciada pela alta dependência das exportações desse setor. Em um cenário de interrupção da demanda externa, estima-se, com base na matriz de insumo-produto de 2019, que o impacto¹² na economia estadual corresponderia a 85,83% do valor adicionado gerado por essa atividade.

Com exceção dos estados do Amazonas (AM) e Rondônia (RO), a região Norte, em 2019, apresenta baixa resiliência econômica, caracterizada por uma estrutura produtiva predominantemente voltada para atividades agropecuárias e extrativas. A contribuição adicional ao valor adicionado nacional e regional é dominada por serviços, como

¹² Os resultados detalhados podem ser encontrados no Apêndice V.

educação e administração pública. Essa configuração segmentada restringe os efeitos econômicos a nível intrarregional, limitando o alcance dos impactos para outras regiões e setores. Dessa forma, essas regiões possuem menor integração na cadeia produtiva, não desempenhando um papel tão central na constituição do valor adicionado das demais regiões do país e, portanto, não corroborando com a hipótese de resiliência proposta no estudo.

Essas observações reforçam a discussão sobre a concentração produtiva no Sul-Sudeste, que resultou em barreiras estruturais que dificultam a expansão de atividades econômicas, especialmente a indústria de transformação, para outras regiões. Esses bloqueios históricos (*e.g.* desenvolvimento regional assimétrico, concentração industrial) favorecem a centralização das atividades produtivas, exacerbando desigualdades regionais e limitando a diversificação econômica em áreas fora desse eixo. Medidas para mitigar essas disparidades foram implementadas ao longo do tempo, como o exemplo a emblemática Zona Franca de Manaus, no estado Amazonas (AM).

No entanto, a dinâmica da região, influenciada pelo polo, evidencia as limitações dessas políticas de desconcentração. Conforme argumentado por Martine e Diniz (1991), esse modelo busca mitigar a fragilidade econômica ao concentrar indústrias subsidiárias em empresas cujas matrizes se beneficiam dos incentivos fiscais, da força de trabalho local e da expansão para novos mercados, conferindo maior capacidade de adaptação. Entretanto, como discutido anteriormente, apesar dos investimentos massivos do governo, a desconcentração econômica permanece limitada. A expansão produtiva continua atrelada ao polo dominante, centrado em São Paulo (SP), perpetuando sua hegemonia nacional. A Figura 5 ilustra essa dinâmica, evidenciando as restrições da desconcentração e a persistência da dependência da estrutura produtiva centralizada, especialmente em 2019.

Essa rede corrobora a narrativa de que o estado do Amazonas (AM) experimentou um período de ascensão impulsionado pelos elevados investimentos na Zona Franca de Manaus, consolidando sua relevância na indústria de transformação de alta tecnologia. Em 2011, esse setor representava 5,82% do valor adicionado estadual, conforme os dados das matrizes de insumo-produto. No entanto, em 2019, observa-se um aumento dessa participação para 7,80%, evidenciando um crescimento na contribuição relativa do setor ao valor adicionado ao longo do tempo.

Os dados, provenientes das matrizes de insumo-produto de 2011 e 2019, indicam que a indústria de média-alta tecnologia do Amazonas (AM) passou de 11,36% para

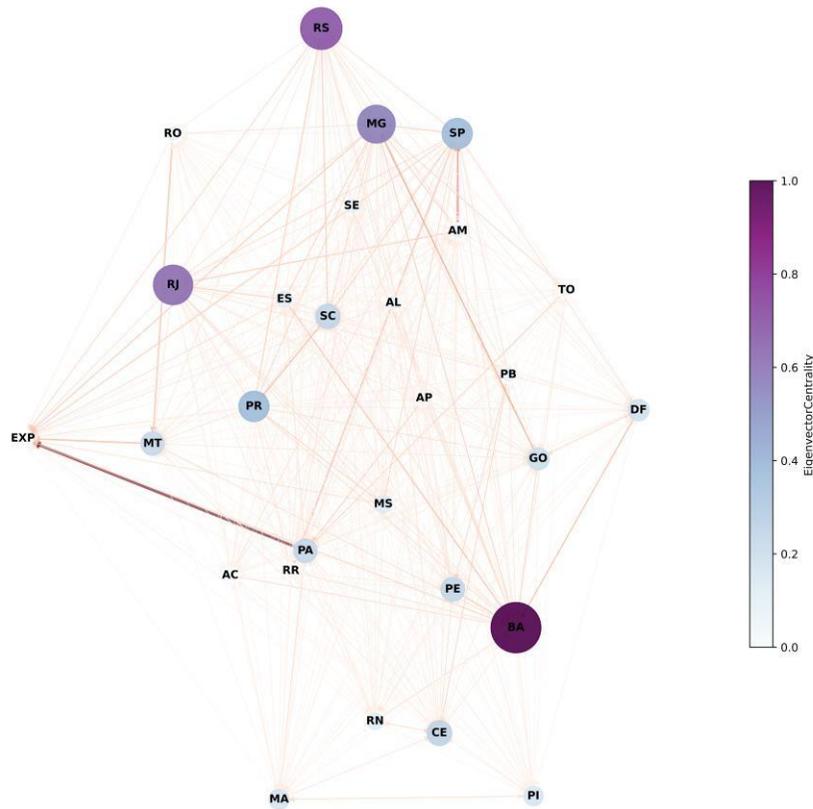
7,27%, seguindo tendências semelhantes em outras categorias, como a de baixa tecnologia (de 9,06% para 5,11%) e média-baixa tecnologia (de 3,70% para 6,08%). O termo "desconcentração concentrada" pode ser ilustrado pela dependência da indústria de transformação de alta tecnologia no estado em relação à região Sudeste. Caso essa relação seja interrompida, o setor experimentaria uma perda de aproximadamente 36,56%, conforme os resultados obtidos a partir da matriz de insumo-produto de 2019. Em outro cenário, se a relação intrarregional for interrompida, a perda seria de 18,69% do valor adicionado.

Esses resultados evidenciam que, embora o estado do Amazonas (AM) apresente uma resiliência de grau médio, sua posição na rede é altamente condicional às políticas governamentais que influenciam diretamente sua participação e desenvolvimento econômico. Esses incentivos têm demonstrado a capacidade do estado de alcançar ascensão econômica, como observado em 2011, mas também revelam sua sensibilidade: uma eventual redução ou interrupção desses recursos poderia relegar o Amazonas a uma posição inferior na rede. Além disso, os resultados indicam que, apesar dos altos investimentos, os incentivos não promovem necessariamente uma desconcentração econômica, mas sim um espriamento que mantém o desenvolvimento regional dependente dos polos dominantes, reforçando as desigualdades estruturais no contexto nacional.

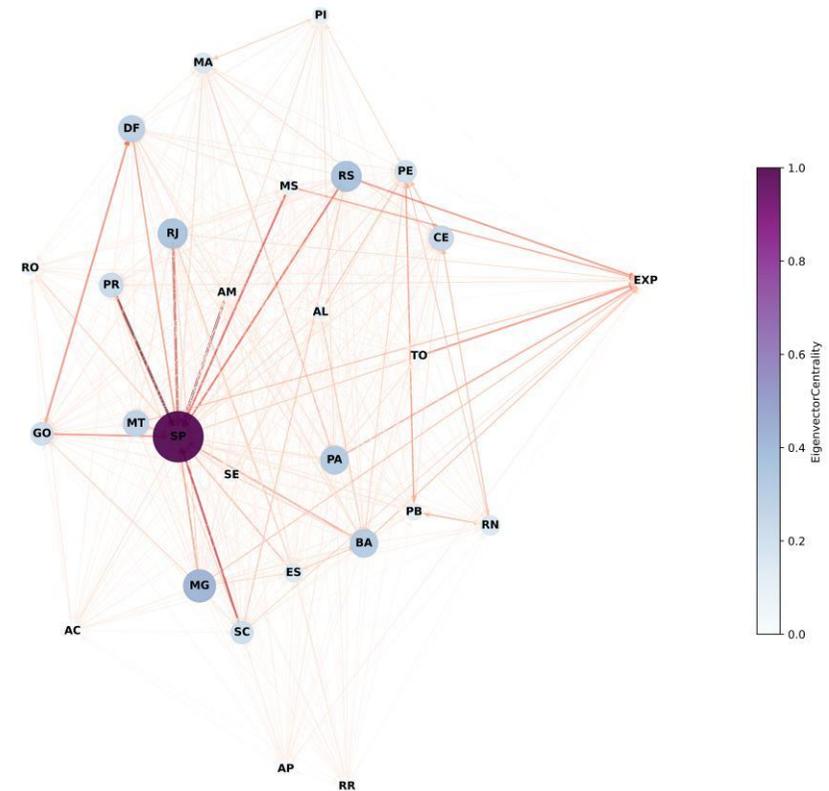
Essa realidade contrasta com a trajetória do Pará (PA), cuja especialização produtiva segue um caminho distinto, mas igualmente marcado por desafios estruturais. Ao expandir suas operações na indústria extrativa, deslocando investimentos para o Norte do país e ultrapassando o volume exportado de Minas Gerais (MG) (Andrade, 2021), o estado consolida sua estrutura produtiva em uma atividade historicamente sujeita a desafios à resiliência. Esse padrão foi observado por Silva et al., (2021) em Minas Gerais (MG) e em seus municípios dependentes desse setor. Os resultados aqui apresentados indicam a mesma preocupação, dada sua posição na rede produtiva, que evidencia uma elevada dependência da demanda externa, intensificando sua exposição a choques dessa natureza.

Figura 5 – Centralidade do autovetor para a Indústria de Transformação de Alta Tecnologia (2011 e 2019).

Indústria de transformação de alta tecnologia - 2011



Indústria de transformação de alta tecnologia - 2019



Fonte: Elaboração própria com base nas matrizes de insumo-produto.

As conclusões sobre o grau de resiliência da região Norte refletem tanto semelhanças quanto diferenças entre os estados. As semelhanças estão relacionadas à dificuldade de integração da cadeia produtiva com outras regiões e, sobretudo, à limitada capacidade de alcançar importância relativa no cenário nacional. Essas condições estão diretamente relacionadas às restrições ao desenvolvimento e à atração de outras atividades produtivas, especialmente as indústrias de transformação. No entanto, talvez a solução não esteja apenas na atração dessas indústrias, mas na exploração das características endógenas da região e na implementação de políticas de industrialização que as respeitem (Nobre et al., 2023). Embora os autores se refiram especialmente à região da Amazônia Legal, essa análise pode ser estendida a toda a região Norte, visto que forçar a implementação da indústria por meio de subsídios elevados, historicamente se mostra incapaz de promover e integrar a economia local de maneira a consolidar sua posição na economia nacional.

Por outro lado, as diferenças entre os estados emergem na forma como cada um responde a choques econômicos, revelando padrões distintos de resiliência. Enquanto o Amazonas (AM) apresenta maior sensibilidade a choques internos, em razão da dependência de relações produtivas intrarregionais, o Pará (PA) demonstra uma resiliência condicionada pela demanda externa, compartilhando essa característica com as fronteiras agrícolas de Rondônia (RO) e Tocantins (TO).

Expandindo a análise para a região Nordeste, a caracterização da resiliência regional revelou que a maior dificuldade em alcançar êxito ocorreu nesta região. Corroborando com Tupy et al., (2021), embora tenha ocorrido aumento no investimento público, o Nordeste continua historicamente menos desenvolvido, enfrentando problemas estruturais, baixa diversificação produtiva e acentuadas desigualdades regionais. Além disso, a região possui menor integração comercial nos mercados interno e externo, o que agrava sua fragilidade econômica e a coloca em uma posição contrária à condição central de resiliência proposta neste estudo.

Contudo, mudanças começam a surgir, principalmente com o espraiamento de novas atividades na região, induzido por incentivos fiscais combinados com decisões políticas. Isso tem permitido o posicionamento de setores estratégicos, como montadora automobilística na Bahia e em Pernambuco, além de refinaria e petroquímica em Pernambuco, como ressaltado por Diniz e Mendes (2021). Embora esses avanços tragam

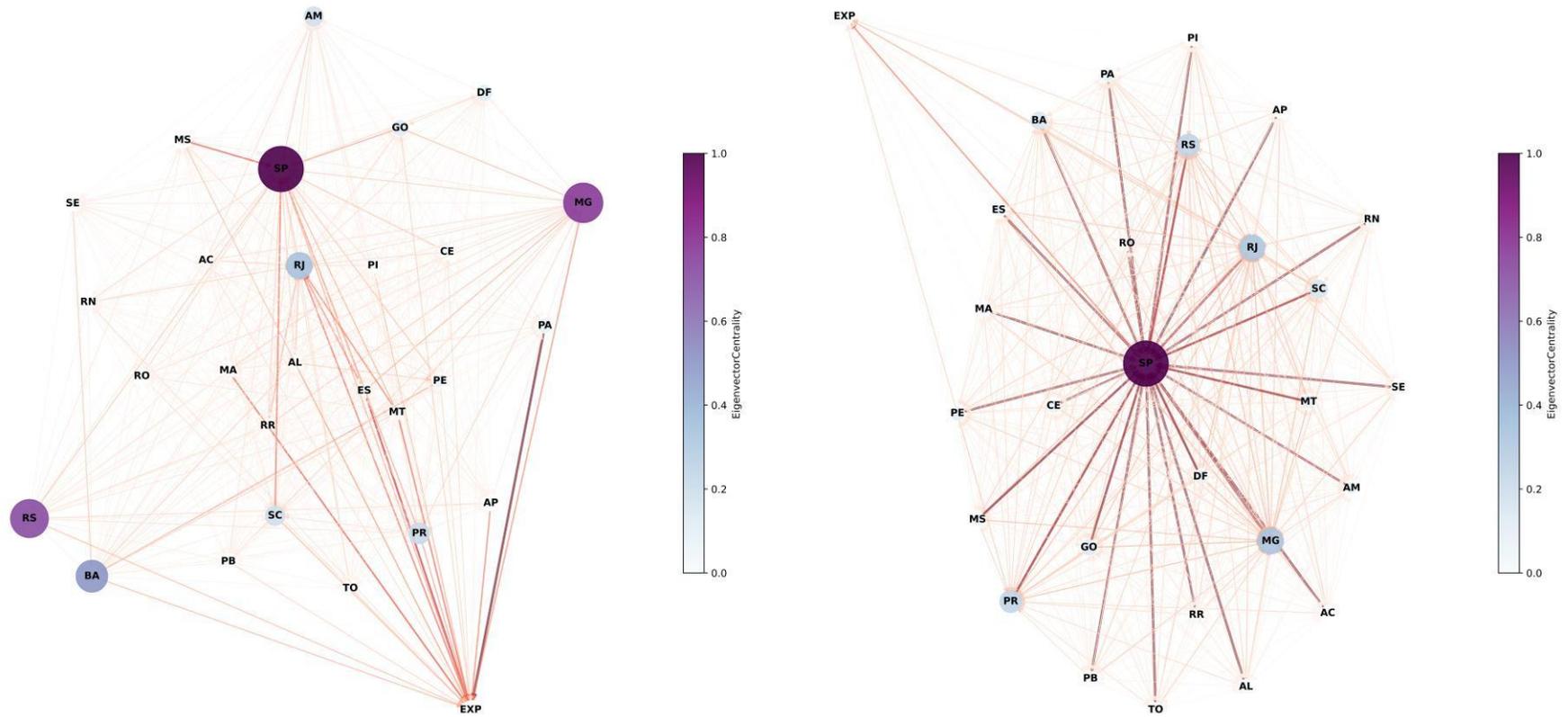
aspectos positivos, eles ainda evidenciam os desafios estruturais que limitam a plena resiliência da região.

Ao analisar mais detalhadamente a dinâmica interna da região, o estado da Bahia (BA) se destaca como um *player* estratégico na região, combinando o maior valor adicionado do Nordeste com um alto grau de resiliência. Conforme ilustrado na Figura 2, sua centralidade na rede é evidente, especialmente em 2019. A análise setorial da rede construída para a indústria extrativa, representada na Figura 3, reforça sua centralidade e importância nas conexões econômicas, apesar de sua contribuição ter sido de apenas 1,19% do valor adicionado do estado em 2019, conforme dados da matriz de insumo-produto.

O resultado para a indústria de alta tecnologia, ilustrado na Figura 5, ganha maior relevância quando se consideram dois fatores: primeiro, a dificuldade histórica da região Nordeste em promover o desenvolvimento e expandir sua integração na cadeia produtiva; segundo, o fato de a Bahia (BA), em 2011, ter superado a atuação de São Paulo (SP), tradicionalmente o epicentro da dependência regional. No entanto, a rede de 2019 destaca a retomada da hegemonia de São Paulo (SP), reafirmando sua posição central. Ainda assim, a Bahia (BA) mantém um grau significativo de centralidade na rede, posicionando-se ao lado de outros estados com elevado grau de resiliência.

O setor de Comércio e Reparação de Veículos Automotores, que representou 12,69% do valor adicionado em 2019, com base na matriz de insumo-produto, evidencia a centralidade da Bahia (BA) na rede e seu papel estratégico. Esse destaque é particularmente relevante em 2011, quando o estado se alinhou a outras unidades federativas com grau semelhante de resiliência, beneficiando-se dos efeitos de *spillover* provenientes de São Paulo (SP), conforme ilustrado na Figura 6. Além da Bahia (BA), a região Nordeste também contou com a representação de Pernambuco (PE) no grupo de alta resiliência. A análise das Figuras que ilustram as redes mencionadas revela que esse estado ocupa uma posição central semelhante à de outras unidades federativas com grau de resiliência similar, devido à sua interdependência com os estados da mesma região, como mostrado na Figura 2. Essa centralidade também se destaca em outras redes, especialmente na indústria extrativa, com exceção do setor agropecuário.

Figura 6 – Centralidade de autovetor para o setor de Comércio, reparação de veículos e atividades de atacado e varejo (2011 e 2019).
 Comércio, reparação de veículos e atividades de atacado e varejo - 2011 Comércio, reparação de veículos e atividades de atacado e varejo - 2019



Fonte: Elaboração própria.

Os dois estados da região Nordeste classificados com alto grau de resiliência, Bahia (BA) e Pernambuco (PE), apresentam estruturas produtivas distintas. O primeiro se destaca pela maior diversificação, com ênfase no setor agropecuário, nas indústrias de transformação de baixa e média tecnologia e no comércio. Por sua vez, o segundo concentra-se nos setores de serviços e comércio, especialmente na reparação de veículos automotores e motocicletas. Essa diferenciação reflete-se também na importância relativa, que é mais expressiva na Bahia (BA), evidenciada pelo seu poder de centralidade na rede. Isso decorre das características produtivas da região, onde estruturas com maior encadeamento setorial geram uma interdependência mais acentuada. Em contraste, Pernambuco (PE), com menor centralidade, possui importância dentro do contexto intrarregional do Nordeste, como ilustrado na Figura 2, onde as arestas direcionadas ao estado, juntamente com a espessura e coloração dessas conexões, destacam sua posição.

No âmbito dessa análise, é fundamental tratar o setor de serviços com cautela, uma vez que sua composição e importância relativa varia consideravelmente entre os estados. No contexto da região Norte e Nordeste, em particular, as atividades que mimetizam o setor de serviços desempenham um papel importante na composição do valor adicionado da região. Contudo, a alta desagregação dessas atividades na matriz de insumo-produto dificulta uma avaliação precisa e individualizada de seu impacto. Além disso, a agregação dessas atividades em um único setor reduz o poder interpretativo sobre sua real contribuição à cadeia produtiva e à geração de interdependência regional. Dessa forma, a análise pode ser focada em três atividades econômicas que compõem o setor de serviços e que desempenham uma contribuição relevante para o valor adicionado nacional e regional, dependendo da unidade da Federação: intermediação financeira, seguros e serviços; atividades imobiliárias; e administração pública, defesa e seguridade social.

Em 2019, os setores de intermediação financeira, seguros e serviços relacionados, juntamente com atividades imobiliárias e administração pública, defesa e seguridade social, representaram aproximadamente 27,15% do valor adicionado nacional, conforme dados da matriz de insumo-produto. Essa relevância é também observada regionalmente, com destaque para os estados de São Paulo (SP) (28,35%), Sergipe (SE) (30,41%), Paraíba (PB) (31,37%), Amapá (AP) (44,45%) e Roraima (RR) (44,19%), evidenciando a importância dessas atividades, especialmente no Norte e Nordeste, em comparação aos estados do Sudeste.

Apesar da contribuição setorial de São Paulo para (SP) o valor adicionado, os resultados da análise de rede, conforme ilustrado na Figura 7, revelam que o estado não exerce uma predominância tão marcante no contexto regional. Essa dinâmica pode ser atribuída à concentração das atividades financeiras em São Paulo (SP), o que diminui sua dependência de fluxos inter-regionais nesse setor para sustentar sua estrutura produtiva. Tal interpretação está em consonância com os resultados observados para estados com maior centralidade na rede, como Amazonas (AM), Pará (PA) e Bahia (BA). A elevada centralidade do Amazonas (AM) pode ser atribuída à Zona Franca de Manaus que atrai setores produtivos e investimentos, gerando uma demanda por serviços financeiros, vinculada à interdependência com outras regiões.

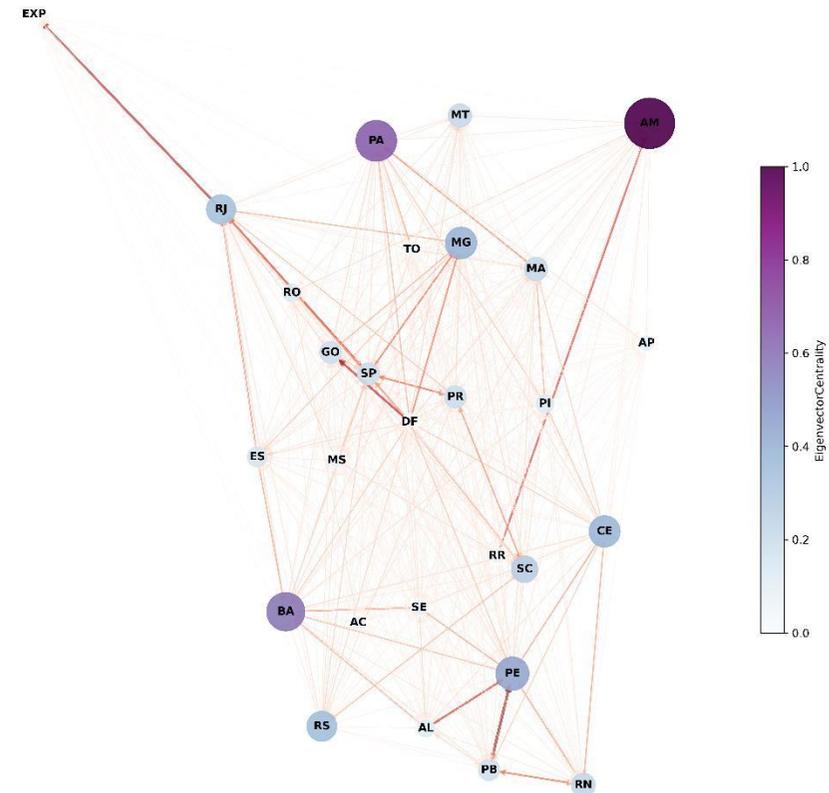
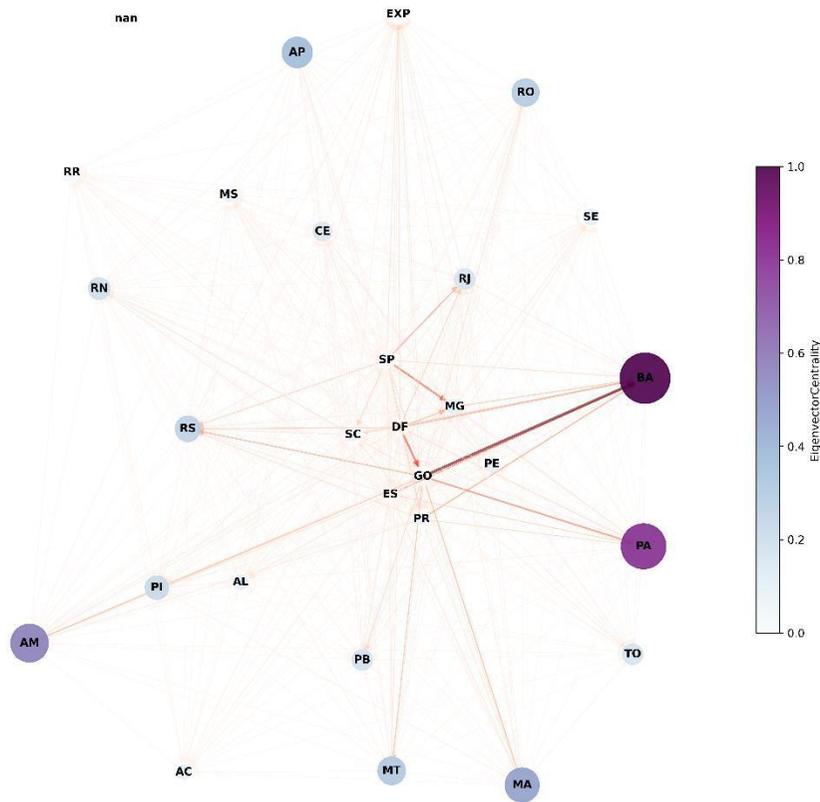
De forma semelhante, o Pará (PA), com sua posição estratégica no Norte, destacada pela presença do Porto de Belém e seus recursos naturais, e sua integração com mercados internacionais, cria uma demanda por serviços financeiros, seguros e outros serviços relacionados. A Bahia (BA), com uma estrutura produtiva mais diversificada (indústria petroquímica, automobilística e agropecuária), também gera uma demanda por esses serviços para gerir operações comerciais, investimentos e riscos. Diferentemente de São Paulo (SP), que possui uma maior autossuficiência financeira e menor dependência de interações externas, esses estados enfrentam limitações locais para atender a essas necessidades, o que destaca a importância das interações financeiras com outras regiões.

Por outro lado, o setor de Atividades Imobiliárias, representado na Figura 8, apresenta uma dinâmica distinta ao longo do período analisado. Em 2011, sua importância relativa inter-regional estava concentrada em um número restrito de regiões, especialmente no Sudeste, com destaque para Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e Minas Gerais (MG), além do Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS), na região Sul, e da Bahia (BA), no Nordeste. No entanto, em 2019, observa-se uma mudança significativa nessa configuração, caracterizada pela descentralização das regiões anteriormente predominantes na rede e pelo aumento da relevância de outros estados, refletindo uma redistribuição da importância setorial. Essa dinâmica na rede do setor imobiliário pode ser atribuída ao crescimento populacional nessas regiões ou, ainda, sinalizar a possível emergência de novos polos econômicos.

Figura 7 – Centralidade do autovetor para o setor de intermediação financeiras, de seguros e serviços relacionados (2011 e 2019).

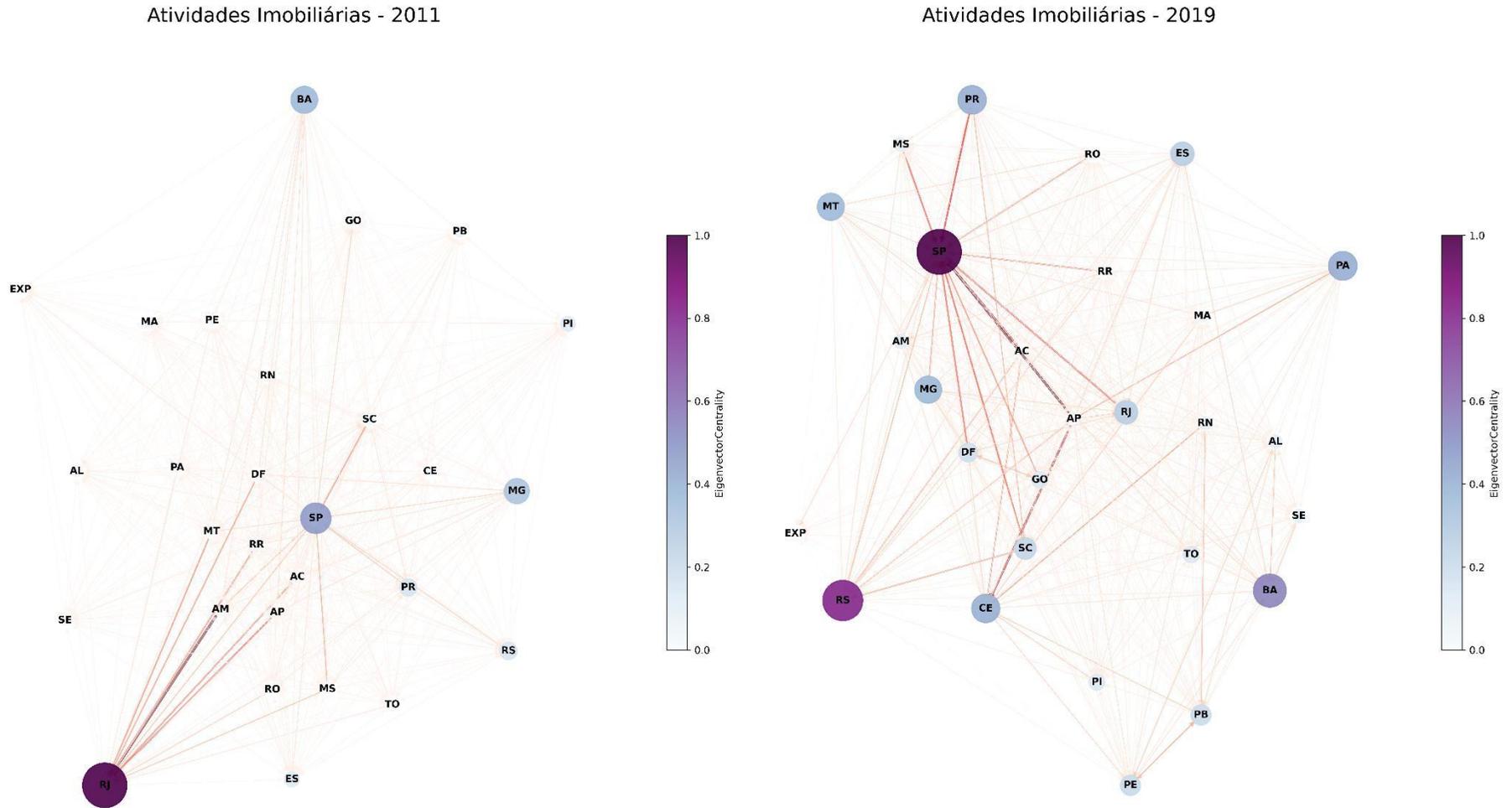
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar - 2011

Intermediação financeira, seguros e previdência complementar - 2019



Fonte: Elaboração própria com base nas matrizes de insumo-produto.

Figura 8 - Centralidade de autovalor para o setor de Atividades Imobiliárias (2011 e 2019).



Fonte: Elaboração própria com base nas matrizes de insumo-produto.

Por fim, devido às características do setor, a atividade de administração pública, defesa e seguridade social, anteriormente destacada como um importante componente do valor adicionado dos estados, especialmente no Nordeste, apresenta baixa interdependência regional. De modo semelhante, o Distrito Federal (DF) exibe um baixo grau de resiliência, reflexo de sua função como centro administrativo do país. Em 2019, segundo a matriz de insumo-produto, esse setor foi o principal responsável pelo valor adicionado, correspondendo a 31,50% da economia local.

É necessário esclarecer que a apresentação do comportamento desse setor na rede seria pouco informativa, pois a extração de determinada região manteria, em grande medida, seu valor adicionado inalterado. Isso sugere que os impactos desse setor são essencialmente intrarregionais, com baixa sensibilidade às interdependências regionais.

De modo geral, embora as atividades de administração pública, defesa e seguridade social desempenhem um papel fundamental na economia das regiões menos resilientes, especialmente no Norte e Nordeste, sua característica institucional, predominantemente vinculada ao setor público e dependente de recursos fiscais, restringe sua capacidade de gerar encadeamentos produtivos. Esse isolamento produtivo dessas regiões pode ser atribuído, em parte, a dois fatores principais: a distância entre os municípios e a baixa densidade populacional, conforme apontado por Ribeiro et al., (2023). A característica da estrutura produtiva dessas regiões reduz a interação com outros setores da economia, restringindo os impactos multiplicadores que poderiam contribuir para um desenvolvimento mais amplo. Dessa forma, essas condições explicam, em parte, a dificuldade dessas regiões, especialmente aquelas dependentes dessa atividade, em alcançar um maior grau de resiliência, uma vez que, conforme a hipótese central, a dependência desses setores tende a exercer uma influência limitante sobre o valor adicionado regional.

Tendo em vista todo o esforço em distinguir os graus de resiliência regional das unidades da Federação e suas respectivas heterogeneidades, é importante ressaltar que ranqueá-las não é uma tarefa trivial. Isso se deve, sobretudo, às distintas imposições às quais a economia regional brasileira pode estar sujeita, tornando a análise mais complexa e exigindo uma interpretação cuidadosa. No entanto, este estudo permitiu avançar na compreensão da resiliência regional de forma multifacetada e sistêmica, destacando nuances que explicam as diferentes capacidades das regiões frente a diversos tipos de adversidades.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mensuração da resiliência regional adotada neste estudo baseia-se em uma abordagem inovadora e multifacetada, que integra a análise de insumo-produto, redes e aprendizado de máquina. Essa estratégia incorpora interdependências regionais e produtivas, além de resultados sistêmicos, permitindo avaliar a resiliência por meio da construção de cenários que simulam choques capazes de alterar a cadeia de valor. Assim, oferece uma visão *ex-ante*, ao não partir de um choque previamente ocorrido, mas sim antecipá-lo em diferentes perspectivas (*e.g.* setorial, regional), possibilitando a identificação de fragilidades e potencialidades fundamentais para a compreensão da dinâmica da resiliência regional.

Os resultados da caracterização da resiliência regional, baseada na estrutura produtiva, evidenciam uma divisão clara do território brasileiro, marcada por um efeito aglomerativo, com graus semelhantes entre estados vizinhos e em determinadas regiões. Essa divisão segue um padrão que se assemelha ao processo de desenvolvimento regional da economia brasileira e à sua trajetória de concentração produtiva. Em particular, o alto grau de resiliência regional apresenta sua maior concentração na região Sudeste-Sul, com destaque para o estado de São Paulo (SP).

Essa evidência reflete o desenvolvimento regional da economia brasileira, a consolidação da estrutura produtiva (*e.g.*, industrial, agrícola) e os desdobramentos das disparidades regionais. Durante esse processo, São Paulo consolidou-se como polo dominante, promovendo a difusão de atividades para regiões vizinhas. Contudo, apesar dessa descentralização, a concentração produtiva no estado permaneceu concentrada.

Esse resultado está alinhado à hipótese central deste estudo, que estabelece que unidades Federativas com maior importância relativa dentro da cadeia de valor possuem maior capacidade de resiliência diante de adversidades recessivas. Essa relação decorre da interdependência produtiva e da estrutura econômica regional, uma vez que estados com um maior número de conexões, mensuradas pela sua relevância na composição do valor adicionado regional da economia, em diferentes configurações que alteram a estrutura original da cadeia produtiva e simulam cenários adversos, tendem a apresentar maior capacidade de resposta a esses choques.

Esse embasamento esclarece a predominância do estado de São Paulo (SP) e seu respectivo grau de resiliência regional. Além disso, dada a sua predominância, foi

possível compreender, de maneira inicial, que existe uma heterogeneidade no que se refere aos estados que possuem a mesma classificação de graus de resiliência. Logo, com base nessa percepção, o estudo buscou identificar as diferentes sensibilidades entre as unidades federativas no que se refere à sua capacidade de reação e, conseqüentemente, à sua resiliência.

Ao aprofundar essa análise, observou-se que estados como Rio de Janeiro (RJ) e Minas Gerais (MG), apesar da predominância de atividades extrativas, apresentam uma dinâmica distinta. Sua estrutura produtiva diversificada reduz a exposição às oscilações da demanda externa, ampliando a capacidade de recuperação diante de choques em diferentes escalas. Esse fenômeno reforça a ideia de que a diversidade na estrutura produtiva desempenha um papel fundamental na resiliência regional.

Esses resultados se tornam ainda mais factíveis ao analisar o grau médio do estado do Espírito Santo (ES), que, apesar de estar localizado no Sudeste, não apresenta integração na cadeia produtiva de forma semelhante aos demais e possui certa dependência de atividades cuja demanda é majoritariamente externa. Além disso, sua especialização em segmentos como o extrativo condiciona sua economia a um baixo nível de interdependência com outros segmentos. Isso torna a resiliência regional do estado particularmente suscetíveis a oscilações da demanda externa e a eventos inesperados, como desastres ambientais, que podem provocar um efeito encadeamento nas atividades correlacionadas.

Por outro lado, a região Sul do país, também classificada como de alta resiliência, experimentou o espraiamento de atividades industriais originadas no estado de São Paulo (SP), formando novas aglomerações produtivas. Esse movimento ultrapassou as fronteiras da região, alcançando estados como Goiás (GO), que se destaca no Centro-Oeste por sua maior resiliência em comparação a Mato Grosso do Sul (MS) e Mato Grosso (MT). A integração e a diversidade de sua estrutura produtiva, que combina um forte setor agroindustrial com indústrias automobilística e farmacêutica, fortalecem sua capacidade de resiliência diante de eventos exógenos.

Sendo assim, sua interdependência não é condicionada apenas a um único segmento regional, diferindo-se das demais regiões do Centro-Oeste, que, apesar de possuírem uma estrutura produtiva consolidada no agronegócio e na indústria alimentícia, apresentam certa dependência desse setor. Esse fator pode moldar as direções da cadeia produtiva por meio de efeitos de encadeamento, impactando, por exemplo, setores como comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas, e atividades imobiliárias. Ademais, os

resultados da rede mostram que os estados de Mato Grosso do Sul (MS) e Mato Grosso (MT) diferem em sua capacidade de resposta frente a choques. Possivelmente, a economia do primeiro é mais suscetível a choques internos, especialmente aqueles que alteram a dinâmica do estado de São Paulo (SP), enquanto a resiliência regional do segundo está mais condicionada à demanda externa.

Por outro lado, a caracterização da resiliência regional nas regiões Norte e Nordeste do país revelou certa hegemonia, uma vez que a maioria dos estados apresenta baixa resiliência. Essa condição era esperada, dado que, ao longo do desenvolvimento econômico brasileiro, essas regiões permaneceram em uma posição periférica na cadeia produtiva, ou seja, distantes dos principais centros produtivos e, conseqüentemente, das regiões com maior participação no valor adicionado da economia.

Nesse sentido, essas regiões historicamente enfrentam limitações para atender à hipótese central do estudo. Ao longo do tempo, diversas tentativas foram feitas para superá-las, cada uma adotando abordagens distintas. Um exemplo é a Zona Franca de Manaus no estado do Amazonas (AM), uma iniciativa de descentralização e desenvolvimento regional por meio da criação de um polo industrial. Embora essa estratégia tenha conferido ao estado um grau médio de resiliência, ele permanece sensível às oscilações nas decisões governamentais sobre subsídios e à dependência das relações com São Paulo (SP).

Outro fator relevante é a expansão das fronteiras agrícolas em direção a estados como Rondônia (RO) e Tocantins (TO), que também se beneficiam de estados vizinhos, e a situação semelhante do Pará (PA), com a expansão da indústria extrativa. Contudo, a estrutura produtiva limitada desses estados, aliada à forte dependência do valor agregado de setores como a administração pública, condiciona sua integração produtiva na cadeia a um baixo nível, além de torná-los altamente dependentes da demanda externa.

A região Nordeste compartilha semelhanças com essas regiões, sobretudo em sua estrutura produtiva, com exceção de Pernambuco (PE) e Bahia (BA), que apresentam características distintas. O alto grau de resiliência desses estados está condicionado à relativa importância que ambos detêm na cadeia de valor nacional e regional, ou seja, contribuem significativamente para com o valor adicionado das demais regiões, sendo o primeiro mais evidenciado dentro da própria região Nordeste. Ambos os estados possuem uma estrutura produtiva diversificada, mas com diferenças: enquanto Pernambuco (PE) se destaca pelas indústrias automobilística e de refino, a Bahia (BA) incorpora essas atividades e também se configura como uma fronteira agrícola.

Dessa forma, ao considerar os resultados, tanto regionais quanto setoriais, observa-se que o estado de São Paulo (SP) desempenha um papel central na determinação da resiliência regional da economia brasileira, conforme a perspectiva adotada no presente estudo. No entanto, apesar de sua elevada capacidade de resiliência, o domínio exercido por esse estado revela uma preocupação substancial. A análise sugere que um evento exógeno que afete de forma severa a estrutura produtiva dessa região poderia desencadear um efeito em cascata. Nesse cenário, São Paulo (SP), ao ser a primeira peça a cair, provavelmente provocaria uma sequência de impactos nas demais regiões, que tenderiam a seguir o mesmo ritmo. Isso colocaria em risco a resiliência regional da economia brasileira, expondo-a a um processo de contágio preocupante.

Em vista desse cenário, a análise dos resultados de resiliência regional, ao comparar os anos de 2011 e 2019, sugere que a promoção do grau de resiliência não ocorre de forma simples ou rápida. Isso indica que a integração na cadeia produtiva brasileira dificilmente será alcançada de maneira exógena. Portanto, é fundamental que se promovam políticas públicas que incentivem essa integração de maneira sustentável, aproveitando as capacidades endógenas específicas de cada região para impulsionar seu desenvolvimento econômico e resiliência.

A integração, a princípio, não precisa ocorrer em nível nacional, pois os resultados indicam que a integração regional é limitada dentro das próprias macrorregiões com menor grau de resiliência. Ou seja, estados localizados mais distantes geograficamente têm maior relevância regional para essas macrorregiões do que a própria união das unidades que as compõem. Nesse sentido, um passo fundamental seria priorizar a integração entre os estados dentro de cada região, promovendo a conectividade e o fortalecimento das cadeias produtivas locais, antes de buscar uma integração nacional mais ampla.

Outra preocupação refere-se à expansão das atividades primárias em direção a regiões menos resilientes, especialmente à região Norte. Embora esse fenômeno possa dinamizar áreas anteriormente marginalizadas, por meio de novos investimentos e da descoberta de potencialidades setoriais, essas economias acabam se tornando vulneráveis a curto prazo. Isso ocorre porque a especialização resultante dessa expansão pode colocar em risco determinadas regiões, uma vez que o crescimento da estrutura produtiva, consolidada por uma única atividade, tende a condicionar a economia local e limitar sua diversificação.

Apesar de este estudo avançar na compreensão da interdependência regional e produtiva para a resiliência regional, é fundamental reconhecer algumas limitações que merecem atenção na formulação de políticas públicas. As heterogeneidades (*e.g.* econômicas, sociais) se manifestam em curtas distâncias, como no nível municipal, o que pode gerar questionamentos sobre a aplicabilidade dos resultados em escalas mais desagregadas. No entanto, a construção de uma matriz de insumo-produto regionalizada é uma tarefa complexa. Detalhar essa abordagem para recortes espaciais ainda mais específicos apresenta desafios significativos, tanto pela necessidade de dados detalhados quanto pelos pressupostos metodológicos exigidos, que podem comprometer a validade dos resultados.

Mesmo com suas limitações, este estudo contribui para a compreensão da resiliência regional ao integrar a interdependência produtiva e incorporar uma perspectiva de análise *ex-ante*. Ao considerar diversos cenários que mimetizam crises e seus efeitos ao longo das interdependências regionais e produtivas, promovendo efeitos de encadeamento, a abordagem permite identificar fragilidades e potencialidades, oferecendo subsídios para formuladores de políticas públicas no desenvolvimento de estratégias que ampliem a capacidade de reação a choques e fortaleçam as regiões de maneira sustentável, alinhada às suas especificidades.

REFERÊNCIAS

ALTMANN, André et al. Permutation importance: a corrected feature importance measure. **Bioinformatics**, v. 26, n. 10, p. 1340-1347, 2010.

AZZONI, Carlos Roberto. **Indústria e reversão da polarização no Brasil**. São Paulo: Ipe/Usp. 1986

BALLAND, P. A.; RIGBY, D.; BOSCHMA, R. The technological resilience of US cities. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 8, n. 2, p. 167–184, 1 jul. 2015.

BARBOSA, Nelson. Latin America: counter-cyclical policy in Brazil: 2008-09. **Journal of globalization and development**, v. 1, n. 1, 2010.

BARTHÉLEMY, Marc. Spatial networks. **Physics reports**, v. 499, n. 1-3, p. 1-101, 2011.

BENTLEY, G.; PUGALIS, L. New directions in economic development- Localist policy discourses and the Localism Act. **Local Economy**, v. 28, n. 3, p. 257–274, 1 maio 2013.

BRISTOW, G. Resilient regions- Re-'place'ing regional competitiveness. **Cambridge Journal of Regions, REconomy and Society**, v. 3, n. 1, p. 153–167, 2010.

BRISTOW, G.; HEALY, A. **Innovation and regional economic resilience- an exploratory analysis**. Annals of Regional Science. **Anais...**Springer Verlag, 1 mar. 2018.

CAINELLI, G.; GANAU, R.; MODICA, M. Industrial relatedness and regional resilience in the European Union. **Papers in Regional Science**, v. 98, n. 2, p. 755–778, 1 abr. 2019.

CANO, Wilson. Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil: 1830-1970. São Paulo: Global/ UNICAMP, 1985.

CAPELLO, Roberta; CARAGLIU, Andrea; FRATESI, Ugo. Spatial heterogeneity in the costs of the economic crisis in Europe: are cities sources of regional resilience? **Journal of Economic Geography**, v. 15, n. 5, p. 951-972, 2015.

CHEN, Shaoqing; CHEN, Bin. Urban energy consumption: different insights from energy flow analysis, input–output analysis and ecological network analysis. **Applied Energy**, v. 138, p. 99-107, 2015.

CHRISTOPHERSON, S.; MICHIE, J.; TYLER, P. **Regional resilience-Theoretical and empirical perspectives. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, 2010.

CONTRERAS, M. G. A.; FAGIOLO, G. Propagation of economic shocks in input-output networks- A cross-country analysis. **Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics**, v. 90, n. 6, 19 dez. 2014.

CUADRADO-ROURA, J. R.; MAROTO, A. Unbalanced regional resilience to the economic crisis in Spain- A tale of specialisation and productivity. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 9, n. 1, p. 153–178, 1 mar. 2016.

DAVIES, A.; TONTS, M. Economic diversity and regional socioeconomic performance- An empirical analysis of the Western Australian grain belt. **Geographical Research**, v. 48, n. 3, p. 223–234, 2010.

DAWLEY, S.; PIKE, A.; TOMANEY, J. Towards the resilient region? **Local Economy**, v. 25, n. 8, p. 650–667, dez. 2010.

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

DI CARO, P.; FRATESI, U. **Regional determinants of economic resilience. Annals of Regional Science** Springer Verlag, , 1 mar. 2018.

DIETZENBACHER, Erik; LINDEN, Jan A. van der; STEENGE, Alben E. The regional extraction method: EC input–output comparisons. **Economic Systems Research**, v. 5, n. 2, p. 185-206, 1993.

DINIZ, Clélio Campolina. Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração, nem contínua polarização. **Nova Economia**, v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993.

DINIZ, Clélio Campolina. Minas Gerais e a economia nacional. **Cadernos Do Desenvolvimento**, v. 13, n. 23, p. 205-221, 2018.

DINIZ, Clélio Campolina; MENDES, Philippe Scherrer. **Tendências regionais da indústria brasileira no século XXI**. Texto para discussão, 2021.

DIODATO, D.; WETERINGS, A. B. R. The resilience of regional labour markets to economic shocks- Exploring the role of interactions among firms and workers. **Journal of Economic Geography**, v. 15, n. 4, p. 723–742, 1 jul. 2015.

DE CEZARO EBERHARDT, Paulo Henrique; FOCHEZATTO, Adelar. Regional Resilience and the Asymmetric Effects of the 2008 Crisis in Brazil: A Survival Model Analysis. **Networks and Spatial Economics**, v. 24, n. 3, p. 743-762, 2024.

DE SANTANA RIBEIRO, Luiz Carlos et al. Sectoral interdependence, network analysis, and regional resilience in Brazil. **Latin American Business Review**, v. 24, n. 2, p. 177-205, 2023.

DE PAULA, Luiz Fernando. The COVID-19 crisis and counter-cyclical policies in Brazil. **European Journal of Economics and Economic Policies**, v. 18, n. 2, p. 177-197, 2021.

DOMINGUES, Edson Paulo et al. The world financial crisis in Brazil: industry and regional economic impacts. **Journal of International Business and Economics**, v. 2, n. 3, p. 57-94, 2014.

DORAN, J.; FINGLETON, B. Economic shocks and growth- Spatio-temporal perspectives on Europe's economies in a time of crisis. **Papers in Regional Science**, v. 93, n. S1, p. S137–S165, 1 nov. 2014a.

FAGGIAN, A. et al. **Regional economic resilience- the experience of the Italian local labor systems**. Annals of Regional Science. **Anais...**Springer Verlag, 1 mar. 2018.

FREITAS, Maria Cristina Penido de. Os efeitos da crise global no Brasil: aversão ao risco e preferência pela liquidez no mercado de crédito. **Estudos avançados**, v. 23, p. 125-145, 2009.

FINGLETON, B.; GARRETSEN, H.; MARTIN, R. Recessionary shocks and regional employment- Evidence on the resilience of u.k. regions. **Journal of Regional Science**, v. 52, n. 1, p. 109–133, fev. 2012.

FINGLETON, B.; PALOMBI, S. Spatial panel data estimation, counterfactual predictions, and local economic resilience among British towns in the Victorian era. **Regional Science and Urban Economics**, v. 43, n. 4, p. 649–660, jul. 2013.

FRATESI, U.; RODRÍGUEZ-POSE, A. The crisis and regional employment in Europe- What role for sheltered economies? **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 9, n. 1, p. 33–57, 1 mar. 2016.

FUSILLO, F.; CONSOLI, D.; QUATRARO, F. Resilience, Skill Endowment, and Diversity- Evidence from US Metropolitan Areas. **Economic Geography**, v. 98, n. 2, p. 170–196, 2022.

GIANNAKIS, E.; BRUGGEMAN, A. Economic crisis and regional resilience- Evidence from Greece. **Papers in Regional Science**, v. 96, n. 3, p. 451–476, 1 ago. 2017.

GIANNAKIS, E.; BRUGGEMAN, A.; MAMUNEAS, T. P. Regional economic resilience, productivity growth and sectoral interconnectedness. **Papers in Regional Science**, v. 103, n. 2, 1 abr. 2024.

GÓIS SOBRINHO, Ednaldo Moreno Góis; AZZONI, Carlos Roberto. Aglomerações industriais relevantes do Brasil em 2010. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 9, n. 1, p. 1-18, 2015.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da Matriz Insumo-Produto a Partir De Dados Preliminares das Contas Nacionais. **Munich Personal RePEc Archive**, n. 38212, 2005

HADDAD, Paulo R. A Questão Regional no Brasil do Século XXI: a longa e recalcitrante persistência dos desequilíbrios de desenvolvimento no espaço econômico. Campinas, 1988. (Seminário Brasil Século XXI).

HADDAD, Eduardo Amaral et al. Regional analysis of domestic integration in Egypt: an interregional CGE approach. **Journal of Economic Structures**, v. 5, p. 1-33, 2016.

HADDAD, Eduardo Amaral; JÚNIOR, Carlos Alberto Gonçalves; NASCIMENTO, Thiago Oliveira. Matriz interestadual de insumo-produto para o Brasil: uma aplicação do método IIOAS. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 11, n. 4, p. 424-446, 2017.

HADDAD, EDUARDO A. et al. Estimation of NUTS2 Interregional Input-Output Systems for Greece, 2010 and 2013. **TD Nereus**, p. 03-2018, 2018.

HADDAD, Eduardo et al. Interstate input-output model for Mexico, 2013. **Análisis económico**, v. 35, n. 90, p. 7-43, 2020.

HADDAD, E. A.; FARIA, W. R.; GALVIS-APONTE, L. A.; HAHN-DE-CASTRO, L. W. **Interregional Input-Output Matrix for Colombia, 2012**. Borradores de Economía, n. 923, Banco de La República, Bogotá, 2016.

HADDAD, Eduardo A.; MENGOU, Fatima Ezzahra; VALE, Vinicius A. Water content in trade: A regional analysis for Morocco. **Economic Systems Research**, v. 32, n. 4, p. 565-584, 2020.

HADDAD, Eduardo Amaral et al. A matriz de insumo-produto e a estrutura produtiva da região nordeste. 2024.

HAN, Yicheol; GOETZ, Stephan J. The economic resilience of US counties during the great recession. **Review of Regional Studies**, v. 45, n. 2, p. 131-149, 2015.

HASSINK, Robert. Regional resilience: a promising concept to explain differences in regional economic adaptability?. *Cambridge journal of regions, economy and society*, v. 3, n. 1, p. 45-58, 2010.

HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert; WAINWRIGHT, Martin. Statistical learning with sparsity. **Monographs on statistics and applied probability**, v. 143, n. 143, p. 8, 2015.

HILL, Edward et al. Economic shocks and regional economic resilience. In: **Urban and regional policy and its effects: Building resilient regions**. Brookings Institution Press, 2012. p. 193-274.

HU, Xiaohui; HASSINK, Robert. Adaptation, adaptability and regional economic resilience: A conceptual framework. In: **Handbook on regional economic resilience**. Edward Elgar Publishing, 2020. p. 54-68.

KITSOS, Tasos; GRABNER, Simone Maria; CARRASCAL-INCERA, Andre. Industrial embeddedness and regional economic resistance in Europe. **Economic Geography**, v. 99, n. 3, p. 227-252, 2023.

KITSOS, Anastasios; BISHOP, Paul. Economic resilience in Great Britain: the crisis impact and its determining factors for local authority districts. **The Annals of Regional Science**, v. 60, n. 2, p. 329-347, 2018.

KODINARIYA, T. M., & Makwana, P. R. (2013). Review on determining number of Cluster in K-Means Clustering. **International Journal**, 1(6), 90-95.

KOSCHÜTZKI, Dirk et al. Centrality indices. **Network analysis: methodological foundations**, p. 16-61, 2005.

LAGRAVINESE, R. Economic crisis and rising gaps North-South- Evidence from the Italian regions. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 8, n. 2, p. 331–342, 1 jul. 2015.

LOS, Bart; TIMMER, Marcel P.; DE VRIES, Gaaitzen J. Tracing value-added and double counting in gross exports: Comment. **American Economic Review**, v. 106, n. 7, p. 1958-1966, 2016.

MARTIN, R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks. **Journal of Economic Geography**, v. 12, n. 1, p. 1–32, jan. 2012.

MARTIN, R. et al. How Regions React to Recessions- Resilience and the Role of Economic Structure. **Regional Studies**, v. 50, n. 4, p. 561–585, 2 abr. 2016.

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

MARTINE, George; DINIZ, Clélio Campolina. Concentração econômica e demográfica no Brasil: recente inversão do padrão histórico. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 11, n. 3, p. 442-462, 1991.

MAZZOLA, F. et al. **Territorial capital and growth over the Great Recession- a local analysis for Italy**. Annals of Regional Science. **Anais...**Springer Verlag, 1 mar. 2018.

MODICA, M.; REGGIANI, A. Spatial Economic Resilience- Overview and Perspectives. **Networks and Spatial Economics**, v. 15, n. 2, p. 211–233, 1 jun. 2015.

MONTEIRO NETO, Aristides; SILVA, Raphael de Oliveira; SEVERIAN, Danilo. Região e indústria no Brasil: ainda a continuidade da “desconcentração concentrada”?. **Economia e sociedade**, v. 29, p. 581-607, 2020.

MONTEIRO, Leandro; FEIJÓ, Carmem. External Balance and Financialization- An Interpretation of the Evolution of the Brazilian Economy Since 2000. **International Journal of Political Economy**, v. 52, n. 2, p. 181-196, 2023.

NEFFKE, F.; HENNING, M. Skill relatedness and firm diversification. **Strategic Management Journal**, v. 34, n. 3, p. 297–316, mar. 2013.

NEWMAN, Mark EJ. Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices. **Physical Review E Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics**, v. 74, n. 3, p. 036104, 2006.

OLIVA, S.; LAZZERETTI, L. Measuring the economic resilience of natural disasters- An analysis of major earthquakes in Japan. **City, Culture and Society**, v. 15, p. 53–59, 1 dez. 2018.

PALASKASY, T. et al. The asymmetrical impact of the economic crisis on unemployment and welfare in Greek urban economies. **Journal of Economic Geography**, v. 15, n. 5, p. 973–1007, 26 ago. 2014.

PENDALL, R.; THEODOS, B.; FRANKS, K. Vulnerable people, precarious housing, and regional resilience- An exploratory analysis. **Housing Policy Debate**, v. 22, n. 2, p. 271–296, 2012.

PEREIRA, Jose Manuel; BASTO, Mario; DA SILVA, Amelia Ferreira. The logistic lasso and ridge regression in predicting corporate failure. **Procedia Economics and Finance**, v. 39, p. 634-641, 2016.

PIKE, A.; DAWLEY, S.; TOMANEY, J. Resilience, adaptation and adaptability. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 3, n. 1, p. 59–70, 2010.

POCHMANN, Marcio. **Brasil sem industrialização: a herança renunciada**. Editora UEPG, 2016.

REGGIANI, A. Network resilience for transport security- Some methodological considerations. **Transport Policy**, v. 28, p. 63–68, jul. 2013.

RUIZ, Ricardo Machado; DOMINGUES, Edson Paulo. Aglomerações econômicas no Sul-Sudeste e no Nordeste brasileiro- estruturas, escalas e diferenciais. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 38, p. 701-746, 2008.

SEELIGER, L.; TUROK, I. Towards sustainable cities- Extending resilience with insights from vulnerability and transition theory. **Sustainability (Switzerland)**, v. 5, n. 5, p. 2108–2128, 2013.

SENSIER, M.; BRISTOW, G.; HEALY, A. Measuring Regional Economic Resilience across Europe- Operationalizing a complex concept. **Spatial Economic Analysis**, v. 11, n. 2, p. 128–151, 2 abr. 2016.

SHUTTERS, S. T. et al. Resilience of urban economic structures following the great recession. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 4, p. 1–11, 2 fev. 2021.

Silveira, D., de Moraes, L. B., Fiuza, E. P., & Cajueiro, D. O. (2023). Who are you? Cartel detection using unlabeled data. **International Journal of Industrial Organization**, 88, 102931.

SIMMIE, J.; MARTIN, R. The economic resilience of regions- Towards an evolutionary approach. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 3, n. 1, p. 27–43, 2010.

SUTTON, J.; ARKU, G. Regional economic resilience- towards a system approach. **Regional Studies, Regional Science**, v. 9, n. 1, p. 497–512, 2022.

SWANSTROM, Todd. Regional resilience- a critical examination of the ecological framework. 2008.

TUPY, I. S. et al. The spatial features of recent crises in a developing country- analysing regional economic resilience for the Brazilian case. **Regional Studies**, v. 55, n. 4, p. 693–706, 2021.

TUPY, Igor Santos et al. Resilient regions in Brazil: unfolding the effects of COVID-19 from a socioeconomic perspective. **International Regional Science Review**, v. 46, n. 5-6, p. 649-677, 2023.

URSO, G.; MODICA, M.; FAGGIAN, A. Resilience and sectoral composition change of Italian inner areas in response to the great recession. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 9, 1 maio 2019.

XIAO, Jing; BOSCHMA, Ron; ANDERSSON, Martin. Industrial diversification in Europe- The differentiated role of relatedness. **Economic Geography**, v. 94, n. 5, p. 514-549, 2018.

YANG, Shengfu et al. Tele-connection of embodied carbon emissions from industries in China's trade: A complex network analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 366, p. 121652, 2024.

WANG, Saige; CHEN, Bin. Energy–water nexus of urban agglomeration based on multiregional input–output tables and ecological network analysis: A case study of the Beijing–Tianjin–Hebei region. **Applied Energy**, v. 178, p. 773-783, 2016.

WEBBER, Don J.; HEALY, Adrian; BRISTOW, Gillian. Regional growth paths and resilience- A European analysis. **Economic Geography**, v. 94, n. 4, p. 355-375, 2018.

ZHANG, Xiaoping et al. The embodied CO₂ transfer across sectors of cities in Jing-Jin-Ji region: Combining multi-regional input–output analysis with complex network analysis. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 44249-44263, 2021.

APÊNDICE

APÊNDICE I – Descrição setorial da matriz de insumo-produto de 2011 e 2019

Sigla	Setor	Sigla	Setor
S1	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	S35	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
S2	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	S36	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas
S3	Produção florestal; pesca e aquicultura	S37	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
S4	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	S38	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades
S5	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	S39	Água, esgoto e gestão de resíduos
S6	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	S40	Construção
S7	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	S41	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas
S8	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	S42	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores
S9	Fabricação e refino de açúcar	S43	Transporte terrestre
S10	Outros produtos alimentares	S44	Transporte aquaviário
S11	Fabricação de bebidas	S45	Transporte aéreo
S12	Fabricação de produtos do fumo	S46	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio
S13	Fabricação de produtos têxteis	S47	Alojamento
S14	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	S48	Alimentação
S15	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	S49	Edição e edição integrada à impressão
S16	Fabricação de produtos da madeira	S50	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem
S17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	S51	Telecomunicações
S18	Impressão e reprodução de gravações	S52	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
S19	Refino de petróleo e coquerias	S53	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
S20	Fabricação de biocombustíveis	S54	Atividades imobiliárias
S21	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	S55	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas
S22	Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	S56	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D
S23	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	S57	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas
S24	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	S58	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual
S25	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	S59	Outras atividades administrativas e serviços complementares
S26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	S60	Atividades de vigilância, segurança e investigação
S27	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	S61	Administração pública, defesa e segurança social
S28	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	S62	Educação pública
S29	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	S63	Educação privada
S30	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	S64	Saúde pública
S31	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	S65	Saúde privada
S32	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	S66	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos
S33	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	S67	Organizações associativas e outros serviços pessoais
S34	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	S68	Serviços domésticos

Fonte: Elaborada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana (NEREUS)

Nota: As siglas em vermelho representam o conjunto de setores denominado, segundo a OCDE, Indústria de Transformação de Baixa Tecnologia; em azul, a Indústria de Transformação de Média-Baixa Tecnologia; em verde, a Indústria de Transformação de Média-Alta Tecnologia; e em marrom, a Indústria de Transformação de Alta Tecnologia.

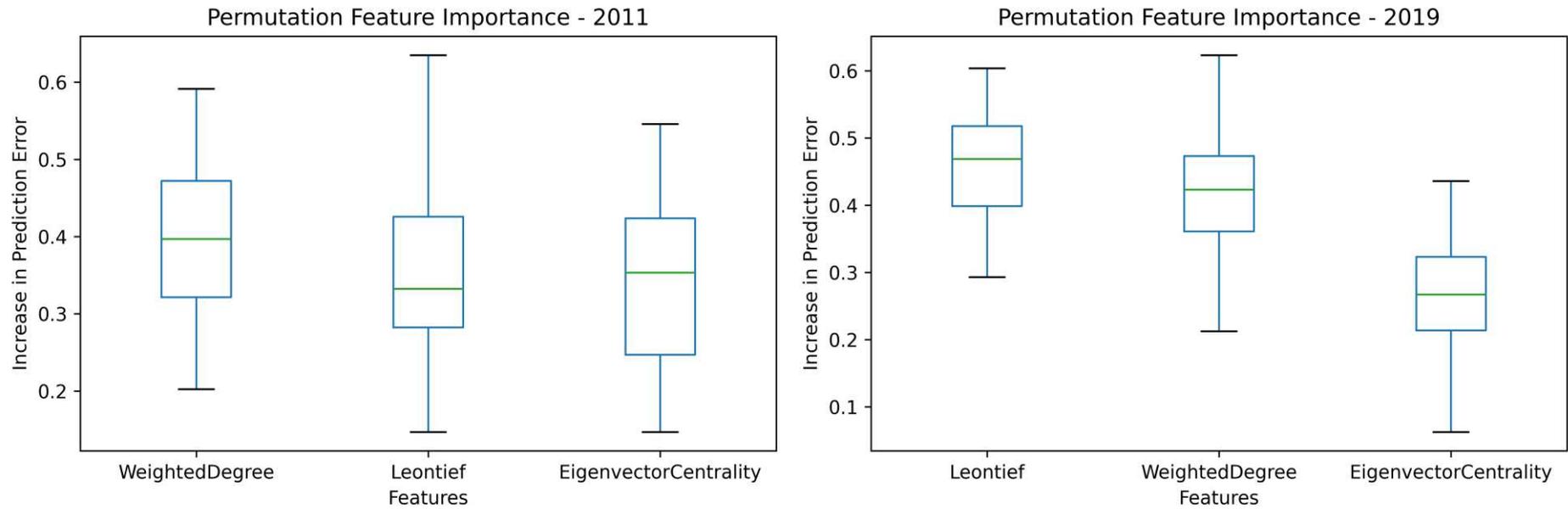
APÊNDICE II – Agregação Setorial para apresentação dos resultados.

Sigla	Setor
S1	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca E Aqüicultura
S2	Indústrias Extrativas
S3	Indústrias De Transformação De Baixa Tecnologia
S4	Indústrias De Transformação De Média Baixa Tecnologia
S5	Indústrias De Transformação De Média Alta Tecnologia
S6	Indústrias De Transformação De Alta Tecnologia
S7	Eletricidade E Gás
S8	Água, Esgoto, Atividades De Gestão De Resíduos E Descontaminação
S9	Construção
S10	Comércio, Reparação De Veículos Automotores E Motocicletas
S11	Transporte, Armazenagem E Correio
S12	Alojamento E Alimentação
S13	Informação E Comunicação
S14	Atividades Financeiras, De Seguros E Serviços Relacionados
S15	Atividades Imobiliárias
S16	Atividades Profissionais, Científicas E Técnicas
S17	Atividades Administrativas E Serviços Complementares
S18	Administração Pública, Defesa E Seguridade Social
S19	Educação
S20	Saúde Humana E Serviços Sociais
S21	Artes, Cultura, Esporte E Recreação
S22	Outras Atividades De Serviços
S23	Serviços Domésticos

Fonte: Elaborada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana (NEREUS)

Nota: A agregação setorial foi baseada no CNAE/IBGE, com exceção das Indústrias de Transformação, cuja desagregação por nível de intensidade tecnológica foi desenvolvida pela OCDE, conforme demonstrado na nota do apêndice II.

APÊNDICE III – Resultado da técnica *Permutation Importance* para as métricas que formalizam o grau de resiliência regional.



Fonte: Elaboração própria, de acordo com as matrizes de insumo-produto e suas aplicações.

APÊNDICE IV – Resultado da extração regional do valor adicionado no ano de 2011

	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF	EXP
RO	67.72%	0.55%	1.34%	0.10%	0.33%	0.10%	0.06%	0.26%	0.36%	0.74%	0.48%	0.61%	0.92%	0.16%	0.45%	1.18%	2.69%	0.44%	2.13%	7.68%	1.32%	1.96%	1.81%	0.29%	1.38%	0.70%	1.42%	2.85%
AC	0.45%	76.03%	1.44%	0.01%	0.54%	0.03%	0.10%	0.24%	0.17%	0.19%	0.18%	0.19%	0.48%	0.16%	0.15%	1.44%	2.00%	0.43%	3.58%	4.17%	1.14%	1.71%	1.53%	0.39%	0.41%	0.59%	0.47%	1.77%
AM	0.51%	0.12%	52.53%	0.12%	1.24%	0.10%	0.20%	0.62%	0.46%	1.03%	0.45%	0.55%	1.88%	0.27%	0.25%	2.18%	3.50%	1.08%	5.59%	13.99%	2.39%	1.27%	1.92%	0.42%	0.62%	1.20%	1.11%	4.42%
RR	0.13%	0.02%	0.77%	82.88%	0.43%	0.02%	0.05%	0.17%	0.11%	0.12%	0.13%	0.12%	0.28%	0.10%	0.04%	1.08%	1.80%	0.36%	2.65%	3.00%	0.95%	0.93%	1.18%	0.24%	0.37%	0.41%	0.32%	1.35%
PA	0.11%	0.02%	0.38%	0.04%	57.11%	0.15%	0.13%	0.56%	0.16%	0.41%	0.20%	0.17%	0.63%	0.14%	0.08%	0.63%	1.49%	0.35%	2.30%	5.15%	0.99%	0.78%	1.22%	0.30%	0.29%	0.47%	0.42%	25.31%
AP	0.07%	0.01%	0.29%	0.01%	0.71%	80.42%	0.05%	0.08%	0.10%	0.34%	0.10%	0.08%	0.26%	0.09%	0.04%	0.96%	1.48%	0.30%	2.45%	2.64%	0.85%	0.99%	1.28%	0.20%	0.32%	0.39%	0.42%	5.06%
TO	0.15%	0.04%	0.43%	0.03%	2.87%	0.11%	70.00%	1.34%	0.45%	0.73%	0.49%	0.30%	0.75%	0.10%	0.12%	0.88%	1.62%	0.59%	2.88%	6.62%	1.00%	0.92%	0.92%	0.43%	0.81%	1.03%	0.91%	3.49%
MA	0.14%	0.02%	0.41%	0.02%	2.62%	0.06%	1.33%	69.16%	0.92%	0.51%	0.17%	0.13%	0.48%	0.12%	0.10%	1.03%	1.99%	0.27%	1.67%	4.62%	1.13%	0.84%	1.55%	0.32%	0.68%	0.71%	0.50%	8.49%
PI	0.24%	0.02%	0.43%	0.02%	0.60%	0.06%	0.12%	2.97%	75.20%	0.92%	0.18%	0.30%	0.84%	0.10%	0.14%	0.83%	1.63%	0.33%	2.69%	3.93%	1.15%	0.99%	1.43%	0.30%	0.44%	0.62%	0.57%	2.96%
CE	0.24%	0.06%	0.71%	0.05%	1.01%	0.11%	0.14%	0.90%	0.74%	73.33%	0.93%	0.69%	1.42%	0.26%	0.19%	1.39%	1.72%	0.38%	2.71%	4.44%	1.17%	1.09%	1.41%	0.31%	0.48%	0.62%	0.86%	2.63%
RN	0.25%	0.05%	0.63%	0.03%	0.66%	0.05%	0.10%	0.28%	0.17%	0.80%	73.93%	0.60%	0.96%	0.16%	0.12%	1.77%	2.28%	0.33%	2.77%	5.43%	1.72%	1.34%	1.77%	0.28%	0.36%	0.64%	0.74%	1.75%
PB	0.21%	0.04%	0.37%	0.02%	0.66%	0.05%	0.07%	0.42%	0.22%	1.34%	1.03%	77.63%	1.93%	0.35%	0.40%	1.44%	2.18%	0.31%	1.75%	3.71%	0.85%	1.00%	0.98%	0.25%	0.34%	0.40%	0.50%	1.56%
PE	0.13%	0.03%	0.78%	0.04%	0.74%	0.07%	0.08%	0.68%	0.48%	1.51%	1.16%	1.21%	72.99%	0.94%	0.57%	3.55%	1.42%	0.34%	1.86%	4.39%	0.96%	0.71%	1.03%	0.31%	0.34%	0.41%	0.52%	2.72%
AL	0.20%	0.03%	0.53%	0.03%	0.62%	0.03%	0.08%	0.44%	0.23%	0.56%	0.55%	0.74%	2.92%	66.79%	0.49%	2.30%	1.90%	0.29%	2.89%	5.05%	1.42%	1.10%	1.60%	0.32%	0.37%	0.60%	0.60%	7.33%
SE	0.24%	0.05%	0.49%	0.04%	0.66%	0.05%	0.12%	0.43%	0.21%	0.56%	0.23%	0.35%	1.29%	0.45%	70.03%	4.88%	2.08%	0.28%	2.87%	5.96%	1.88%	0.93%	1.69%	0.30%	0.52%	0.83%	0.72%	1.84%
BA	0.16%	0.03%	0.28%	0.02%	0.40%	0.05%	0.11%	0.23%	0.18%	0.44%	0.21%	0.23%	0.83%	0.18%	0.36%	76.66%	1.48%	0.41%	2.12%	5.47%	0.90%	0.77%	1.01%	0.27%	0.48%	0.46%	0.46%	5.80%
MG	0.21%	0.05%	0.42%	0.03%	0.62%	0.06%	0.11%	0.34%	0.19%	0.39%	0.23%	0.24%	0.51%	0.16%	0.16%	1.38%	66.12%	0.76%	2.81%	7.48%	1.23%	0.70%	0.98%	0.27%	0.48%	0.88%	0.63%	12.54%
ES	0.22%	0.06%	0.80%	0.03%	0.73%	0.05%	0.13%	0.41%	0.22%	0.47%	0.32%	0.31%	0.68%	0.18%	0.31%	2.60%	3.01%	48.52%	4.26%	11.22%	2.56%	0.99%	2.22%	0.25%	0.49%	0.64%	0.59%	17.73%
RJ	0.27%	0.06%	0.86%	0.05%	0.75%	0.07%	0.14%	0.37%	0.20%	0.37%	0.23%	0.34%	0.52%	0.19%	0.18%	2.35%	2.71%	0.78%	64.68%	8.22%	2.32%	1.03%	2.23%	0.32%	0.61%	0.65%	0.63%	8.89%
SP	0.36%	0.11%	0.75%	0.06%	0.99%	0.12%	0.23%	0.55%	0.36%	0.68%	0.33%	0.36%	0.93%	0.28%	0.25%	1.65%	4.72%	1.00%	4.02%	64.87%	3.22%	1.73%	2.36%	0.64%	0.73%	1.47%	1.03%	6.20%
PR	0.40%	0.09%	0.70%	0.04%	1.08%	0.09%	0.16%	0.54%	0.31%	0.48%	0.32%	0.37%	0.65%	0.27%	0.23%	1.82%	2.48%	0.46%	2.38%	10.44%	61.84%	2.39%	2.76%	0.58%	0.80%	0.90%	0.66%	6.76%
SC	0.28%	0.08%	0.46%	0.04%	0.83%	0.09%	0.16%	0.41%	0.27%	0.54%	0.24%	0.34%	0.74%	0.23%	0.18%	1.41%	2.63%	0.72%	2.74%	11.11%	4.19%	60.90%	3.64%	0.35%	0.53%	0.90%	0.59%	5.38%
RS	0.24%	0.07%	0.46%	0.04%	0.72%	0.07%	0.15%	0.39%	0.24%	0.57%	0.26%	0.28%	0.59%	0.21%	0.17%	1.13%	1.94%	0.49%	2.19%	7.26%	2.22%	1.82%	69.23%	0.39%	0.58%	0.73%	0.54%	7.02%
MS	0.19%	0.05%	0.33%	0.03%	0.50%	0.06%	0.07%	0.30%	0.20%	0.49%	0.20%	0.25%	0.58%	0.14%	0.11%	1.12%	1.42%	0.37%	2.39%	13.12%	3.19%	2.07%	2.40%	61.59%	0.64%	0.68%	0.46%	7.06%
MT	0.76%	0.13%	0.70%	0.03%	0.59%	0.06%	0.13%	0.36%	0.28%	0.71%	0.31%	0.36%	0.71%	0.23%	0.24%	2.04%	2.24%	0.49%	4.33%	6.65%	2.22%	1.86%	1.61%	0.56%	55.49%	1.51%	0.50%	14.87%
GO	0.44%	0.11%	0.70%	0.05%	1.56%	0.11%	0.47%	0.81%	0.37%	0.61%	0.36%	0.43%	0.66%	0.25%	0.23%	2.37%	3.34%	0.49%	2.25%	8.11%	1.45%	0.89%	1.25%	0.43%	1.17%	63.85%	2.23%	5.02%
DF	0.25%	0.07%	0.54%	0.04%	0.74%	0.07%	0.35%	0.46%	0.26%	0.23%	0.27%	0.29%	0.37%	0.18%	0.13%	1.63%	1.50%	0.41%	1.75%	1.76%	0.79%	0.83%	1.12%	0.22%	0.45%	2.70%	81.37%	1.23%

Fonte: Elaboração própria a partir da matriz de insumo-produto.

APÊNDICE V – Resultado da extração regional do valor adicionado no ano de 2019

	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF	EXP
RO	57.14%	2.23%	1.31%	0.23%	0.85%	0.08%	0.12%	0.31%	0.17%	0.75%	0.22%	0.26%	0.76%	0.21%	0.16%	0.97%	2.80%	0.62%	2.58%	11.46%	2.49%	1.88%	2.80%	0.67%	3.29%	1.17%	0.93%	3.56%
AC	4.25%	70.20%	0.92%	0.12%	0.67%	0.09%	0.14%	0.32%	0.16%	0.83%	0.21%	0.22%	0.63%	0.29%	0.16%	0.85%	1.94%	0.57%	1.99%	7.02%	1.67%	1.21%	2.09%	0.43%	1.17%	0.81%	0.57%	0.45%
AM	1.02%	0.29%	52.78%	1.11%	2.50%	0.25%	0.27%	0.78%	0.36%	1.22%	0.45%	0.47%	1.37%	0.32%	0.24%	1.86%	2.80%	0.89%	3.00%	10.82%	1.89%	1.70%	2.56%	0.51%	1.50%	1.35%	1.53%	6.16%
RR	0.43%	0.08%	9.51%	68.07%	0.84%	0.04%	0.11%	0.37%	0.12%	0.45%	0.17%	0.19%	0.56%	0.16%	0.13%	0.78%	1.74%	0.53%	2.10%	6.04%	1.29%	0.96%	1.89%	0.32%	0.68%	0.71%	0.61%	1.11%
PA	0.24%	0.06%	0.43%	0.05%	49.23%	0.30%	0.56%	0.41%	0.32%	0.90%	0.22%	0.23%	0.70%	0.15%	0.13%	0.74%	2.62%	0.56%	2.52%	8.31%	1.62%	1.33%	1.96%	0.38%	0.89%	1.11%	2.02%	22.03%
AP	0.18%	0.06%	0.36%	0.05%	1.11%	75.90%	0.21%	0.46%	0.26%	1.14%	0.21%	0.28%	0.64%	0.26%	0.19%	0.95%	1.62%	0.59%	1.85%	5.94%	1.20%	0.80%	1.61%	0.29%	0.53%	0.65%	0.74%	1.94%
TO	0.20%	0.06%	0.54%	0.06%	3.61%	0.15%	50.82%	3.53%	0.43%	1.02%	0.32%	0.30%	0.95%	0.25%	0.21%	1.94%	2.93%	0.72%	3.34%	9.73%	2.03%	1.59%	2.18%	0.48%	0.91%	1.77%	4.60%	5.36%
MA	0.18%	0.05%	0.46%	0.04%	4.35%	0.19%	1.34%	53.56%	2.73%	1.94%	0.43%	0.35%	1.10%	0.27%	0.22%	1.31%	2.47%	0.75%	3.44%	7.87%	1.59%	1.36%	1.99%	0.37%	0.77%	1.02%	3.53%	6.32%
PI	0.19%	0.05%	0.44%	0.06%	1.88%	0.14%	0.29%	4.79%	59.64%	3.34%	0.74%	0.40%	1.40%	0.30%	0.25%	1.60%	2.25%	0.73%	2.83%	6.94%	1.46%	1.14%	1.69%	0.35%	0.65%	0.93%	3.03%	2.49%
CE	0.25%	0.07%	0.60%	0.07%	1.59%	0.15%	0.29%	1.91%	1.52%	62.29%	0.97%	1.04%	3.59%	0.23%	0.18%	1.98%	2.57%	0.61%	1.99%	7.88%	1.54%	0.88%	1.57%	0.42%	0.70%	1.02%	2.12%	1.95%
RN	0.15%	0.05%	0.49%	0.06%	0.92%	0.07%	0.10%	0.56%	0.28%	3.05%	65.51%	4.38%	3.95%	0.20%	0.22%	1.72%	1.67%	0.64%	2.49%	6.54%	1.07%	1.00%	1.73%	0.25%	0.40%	0.55%	0.89%	1.03%
PB	0.22%	0.06%	0.41%	0.05%	1.07%	0.10%	0.18%	0.59%	0.27%	1.28%	4.22%	61.03%	8.29%	0.87%	0.31%	1.59%	2.25%	0.66%	2.50%	6.68%	1.39%	1.17%	1.65%	0.35%	0.59%	0.88%	1.12%	0.23%
PE	0.27%	0.08%	0.50%	0.07%	1.37%	0.10%	0.24%	1.07%	0.76%	1.89%	1.99%	5.27%	59.93%	1.79%	0.54%	3.49%	2.47%	0.61%	2.16%	7.06%	1.26%	0.82%	1.52%	0.38%	0.78%	1.03%	1.51%	1.03%
AL	0.24%	0.11%	0.57%	0.06%	0.93%	0.11%	0.23%	0.69%	0.34%	1.04%	0.70%	1.22%	8.46%	56.34%	1.66%	4.81%	3.09%	0.57%	2.08%	7.04%	1.15%	0.77%	1.58%	0.46%	0.91%	1.72%	2.00%	1.11%
SE	0.28%	0.07%	0.50%	0.08%	1.30%	0.11%	0.20%	0.65%	0.34%	1.34%	0.61%	0.73%	3.81%	3.32%	60.21%	6.07%	2.35%	0.92%	2.85%	6.69%	1.23%	1.01%	1.77%	0.33%	0.62%	0.91%	1.55%	0.14%
BA	0.13%	0.05%	0.39%	0.05%	0.71%	0.06%	0.17%	0.39%	0.37%	1.16%	0.32%	0.30%	1.37%	0.45%	1.26%	58.66%	3.35%	2.09%	3.10%	8.64%	1.47%	1.17%	2.03%	0.47%	0.98%	1.48%	4.48%	4.89%
MG	0.26%	0.09%	0.56%	0.09%	0.97%	0.09%	0.22%	0.47%	0.22%	0.86%	0.28%	0.26%	0.89%	0.27%	0.24%	1.41%	58.23%	1.05%	3.80%	11.38%	1.90%	1.49%	1.75%	0.60%	1.07%	2.54%	1.34%	7.67%
ES	0.19%	0.05%	0.51%	0.05%	1.17%	0.06%	0.16%	0.67%	0.32%	0.70%	0.27%	0.27%	1.14%	0.26%	0.19%	4.93%	4.29%	49.68%	8.82%	8.71%	1.88%	1.17%	2.03%	0.40%	0.69%	1.03%	0.80%	9.53%
RJ	0.13%	0.03%	0.34%	0.04%	0.41%	0.04%	0.13%	0.23%	0.15%	0.41%	0.21%	0.20%	0.70%	0.14%	0.11%	1.86%	4.36%	0.93%	55.01%	14.25%	2.28%	1.42%	2.35%	0.42%	0.76%	1.01%	1.07%	11.00%
SP	0.37%	0.10%	0.70%	0.10%	1.08%	0.11%	0.33%	0.55%	0.29%	0.92%	0.35%	0.36%	1.05%	0.31%	0.22%	1.97%	5.10%	0.94%	5.99%	55.93%	5.14%	2.25%	3.09%	1.30%	1.45%	1.23%	0.75%	8.01%
PR	0.28%	0.08%	0.47%	0.07%	0.69%	0.07%	0.16%	0.31%	0.18%	0.60%	0.23%	0.23%	0.67%	0.19%	0.16%	1.16%	2.65%	0.78%	3.65%	18.23%	51.45%	3.89%	2.38%	0.74%	0.89%	1.12%	1.02%	7.66%
SC	0.19%	0.05%	0.50%	0.06%	0.71%	0.06%	0.23%	0.58%	0.29%	0.55%	0.21%	0.31%	0.69%	0.19%	0.17%	1.39%	3.07%	0.57%	2.99%	13.75%	4.92%	52.81%	5.04%	0.62%	0.94%	1.32%	1.09%	6.68%
RS	0.32%	0.07%	0.71%	0.10%	1.00%	0.12%	0.25%	0.75%	0.32%	0.78%	0.29%	0.33%	0.83%	0.23%	0.18%	1.43%	2.72%	0.77%	3.04%	10.74%	2.63%	2.88%	57.89%	0.66%	1.22%	1.25%	0.96%	7.55%
MS	0.39%	0.10%	0.67%	0.09%	0.93%	0.10%	0.15%	0.37%	0.19%	0.66%	0.25%	0.23%	0.74%	0.19%	0.15%	1.18%	2.39%	0.72%	2.98%	17.12%	2.93%	2.01%	2.54%	51.67%	1.18%	1.49%	1.01%	7.57%
MT	1.21%	0.20%	0.98%	0.15%	1.24%	0.10%	0.22%	0.48%	0.25%	0.97%	0.34%	0.33%	0.97%	0.27%	0.21%	1.56%	2.95%	0.72%	3.03%	10.38%	2.27%	1.97%	2.41%	0.63%	47.84%	1.51%	1.25%	15.58%
GO	0.30%	0.09%	0.61%	0.14%	1.29%	0.12%	0.42%	0.64%	0.27%	0.81%	0.30%	0.26%	0.89%	0.27%	0.21%	1.17%	4.32%	0.89%	2.96%	11.60%	1.34%	1.34%	1.82%	0.50%	1.21%	55.09%	6.08%	5.07%
DF	0.51%	0.10%	0.65%	0.13%	2.50%	0.26%	1.07%	1.81%	0.89%	2.28%	0.43%	0.38%	2.05%	0.53%	0.53%	1.74%	4.30%	1.60%	3.54%	5.79%	0.84%	1.07%	1.33%	0.39%	1.30%	6.24%	57.49%	0.25%

Fonte: Elaboração própria a partir da matriz de insumo-produto.