

PUCRS

ESCOLA DE NEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO  
MESTRADO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO

MARCIA LUIZA CRUZ AGUIRRE

**USO DA TERRA IMPLÍCITO NA PRODUÇÃO E NO COMÉRCIO BRASILEIRO:  
UMA ANÁLISE INTER-REGIONAL DE INSUMO-PRODUTO**

Porto Alegre  
2023

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE NEGÓCIOS

MARCIA LUIZA CRUZ AGUIRRE

**USO DA TERRA IMPLÍCITO NA PRODUÇÃO E NO COMÉRCIO BRASILEIRO:**  
UMA ANÁLISE INTER-REGIONAL DE INSUMO PRODUTO

Porto Alegre

2023

## Ficha Catalográfica

A284u Aguirre, Marcia Luiza Cruz

Uso da terra implícito na produção e no comércio brasileiro : Uma análise inter-regional de insumo-produto / Marcia Luiza Cruz Aguirre. – 2023.

70 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim.

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Sanguinet.

1. Economia Regional. 2. Método de Extração Hipotética. 3. Desigualdades Regionais. 4. Uso e Cobertura da Terra. I. Alvim, Augusto Mussi. II. Sanguinet, Eduardo Rodrigues. III. , . IV. Título.

MARCIA LUIZA CRUZ AGUIRRE

**USO DA TERRA IMPLÍCITO NA PRODUÇÃO E NO COMÉRCIO BRASILEIRO:  
UMA ANÁLISE INTER-REGIONAL DE INSUMO-PRODUTO**

Artigo de Dissertação apresentado como requisito para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim  
Co-Orientador: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Sanguinet

Porto Alegre

2023

## **Marcia Luiza Cruz Aguirre**

“Uso da terra Implícito na Produção e no Comércio Brasileiro: uma Análise Inter-regional de Insumo-Produto.”

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia, pelo Mestrado em Economia do Desenvolvimento da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 30 de março de 2023, pela Banca Examinadora.

### BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim  
Orientador e presidente da Sessão

---

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Sanguinet  
Coorientador

---

Prof. Dr. Adelar Fochezatto

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karina Simone Sass

*“Apenas brasileiros de nossa época. O necessário de química, de mecânica, de economia e de balística. Tudo digerido. Sem meeting cultural. Práticos. Experimentais. Poetas. Sem reminiscências livrescas. Sem comparações de apoio. Sem pesquisa etimológica. Sem ontologia. Bárbaros, crédulos, pitorescos e meigos. Leitores de jornais. Pau-Brasil. A floresta e a escola. O Museu Nacional. A cozinha, o minério e a dança. A vegetação. Pau-Brasil.”*

(Oswald de Andrade)

## AGRADECIMENTOS

Estes dois últimos anos foram como uma montanha-russa de autoconhecimento: pude me redescobrir quanto estudante; me conhecer como pesquisadora; me apaixonar mais pela economia; entender os meus limites e celebrá-los nas conquistas e nas derrotas; e a ser resiliente com os trechos tortuosos que tive neste caminho. Sair do conforto qualitativo para explorar o desconhecido quantitativo é, sem dúvidas, um dos maiores desafios da minha vida, mas também o mais instigante e encantador.

Embora a jornada tenha sido solitária, pois os avanços e retrocessos foram frutos das minhas ações, eu não cheguei aqui sozinha. Tive a sorte e a bênção de compartilhar cada etapa deste caminho com pessoas amadas. Por isso agradeço a Deus, aos meus guias e aos meus ancestrais por me permitir percorrer este caminho, por me derem forças nos momentos de fraqueza e por colocarem na minha vida pessoas que me inspiram e me incentivam.

Sou muito grata a PUCRS e aos professores do PPGE pelo acolhimento e ensinamentos valiosos. Agradeço principalmente a Renata Santana pela paciência e disponibilidade na solução de questões burocráticas e aos meus orientadores Prof. Augusto Alvim e Prof. Eduardo Sanguinet: contar com os ensinamentos, orientações, paciência e a empatia que vocês me transmitiram (e ainda transmitem) nos meus momentos de dificuldade é muito valioso.

Agradeço muito aos meus amigos pela paciência em cada sumiço e pelas palavras de incentivo ditas com carinho. Ao escrever este parágrafo percebi a bênção de ter muitos anjos dos quais posso chamar de amigos, obrigada por existirem na minha vida!

Quanto aos presentes que o PPGE me deu: Bethanya, Gabriela, Inês e Thais: muito obrigada por todos os momentos compartilhados e pela amizade que construímos! Ao Luis Felipe, muito obrigada pelas palavras de força e motivação nessa reta final.

Agradeço a Prof. Alessandra Troian (UNIPAMPA) por acompanhar de perto a minha vida acadêmica desde a graduação, sempre me incentivando a ir mais longe.

Muito obrigada ao Prof. Marcos Costa Lima (em memória) pelo conhecimento transmitido na disciplina de Ecologia Política (UFPE) e por ensinar que a compreensão ecológica transcende a rigidez das áreas científicas. Estendo este agradecimento a Mônica Santana e a Simone Martins pela amizade e parceria construída durante as aulas de Ecologia Política.

Muito obrigada, *kamsahamnida*, ao Bangtan Sonyeondan pelas inspirações, principalmente por “Pied Piper”, “Dis-ease” e “On” me fazerem lembrar dos meus propósitos pessoais e acadêmicos.

Esta pesquisa não seria possível sem o aporte financeiro do CNPq. Muito obrigada a esta instituição que, mesmo em tempos difíceis, possibilitou que eu realizasse este trabalho.

Por fim, agradeço a minha família: meus pais, minhas irmãs e meu cunhado. Muito obrigada por serem presentes, pelo apoio, pela força e pelo amor.

Dedico esta dissertação a memória do meu avô Ari e do meu tio Luiz, que em vida se empenharam na minha educação. Dedico também às minhas irmãs Lauriane e Ximena: eu não chegaria a lugar algum sem vocês!

## RESUMO

A utilização dos recursos naturais é essencial para a manutenção da vida. A terra é um desses recursos, pois é necessária para o desenvolvimento da humanidade. No Brasil a terra exerce um papel importante, em que atualmente o uso da terra abrange quase 30% do território nacional para o desenvolvimento da agricultura. Entretanto, esta distribuição historicamente se dá de maneira assimétrica, concentrando-se nas regiões periféricas brasileiras. As dinâmicas de uso e cobertura da terra se tornaram mais intensas a partir de 2002 com o boom das commodities e com incentivos econômicos governamentais direcionados aos setores da agricultura e da pecuária, o que impactou na expansão de áreas agrícolas e contribuiu com a intensificação do processo de desmatamento. O crescimento da agricultura afetou o desempenho de outros setores da economia brasileira, assim como auxiliou no crescimento de índices macroeconômicos de regiões periféricas brasileiras. Sendo uma pesquisa empírica de abordagem estrutural, este artigo faz uma análise inter-regional de insumo-produto em que se propõe a responder a seguinte questão: em que proporção e intensidade o conteúdo implícito (direto e indireto) do uso da terra estava incorporado na produção e nos fluxos comerciais (inter-regionais e internacionais) das regiões brasileiras em 2011? Para isso foram analisados 67 setores das 27 regiões brasileiras. O objetivo desta pesquisa é estimar o conteúdo implícito do fator terra diretamente e indiretamente incorporado na produção e no comércio regional brasileiro e analisar os impactos do uso da terra implicitamente incorporado nos fluxos comerciais bilaterais inter-regionais e internacionais. Nesta análise foi percebida que as assimetrias econômicas das regiões brasileiras se refletem na distribuição de conteúdo de uso da terra nos fluxos comerciais bilaterais inter-regionais, cujos fluxos comerciais da macrorregião sudeste absorve conteúdo implícito de uso da terra do restante do Brasil. As regiões periféricas brasileiras da macrorregião norte são dependentes economicamente da exploração de recursos naturais, em decorrência disso foi possível atestar que estas regiões são as mais intensas do país na exportação de bens que incorporam conteúdo de uso da terra.

**Palavras-chave:** Economia Regional. Método de Extração Hipotética. Desigualdades Regionais. Uso e Cobertura da Terra.

## ABSTRACT

The use of natural resources is essential for the maintenance of life. The land use is one of these resources, as it is necessary for humanity's development. In Brazil, land plays an important role, where currently land use covers almost 30% of the national territory for agricultural development. However, this distribution historically occurs asymmetrically, concentrating in the peripheral regions of Brazil. The dynamics of land use and land cover became more intense from 2002 with the commodity boom and government economic incentives directed towards the agriculture and livestock sectors, which impacted the expansion of agricultural areas and contributed to the intensification of the deforestation process. The growth of agriculture has affected the performance of other sectors of the Brazilian economy, as well as contributed to the growth of macroeconomic indices in peripheral regions of Brazil. As an empirical research with a structural approach, this article performs an interregional input-output analysis that aims to answer the following question: to what extent and intensity was the implicit (direct and indirect) content of land use incorporated in the production and commercial flows (inter-regional and international) of Brazilian regions in 2011? For this purpose, 67 sectors of the 27 Brazilian regions were analyzed. The objective of this research is to estimate the implicit content of land use is directly and indirectly incorporated in the production and regional trade in Brazil, and to analyze the impacts of the land use embodied in the inter-regional and international bilateral commercial flows. This analysis found that the economic asymmetries of Brazilian regions are reflected in the distribution of land use content in interregional bilateral commercial flows, where the commercial flows of the Southeast macrozone absorb implicit land use content from the rest of Brazil. The peripheral regions of the North macrozone in Brazil are economically dependent on the exploitation of natural resources, and as a result, it was possible to confirm that these regions are the most intense in the country in the export of goods that incorporate land use content.

**Keywords:** Regional Economy. HEM. Regional Inequalities. LULC.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de classificação de encadeamentos para trás e para frente a partir dos índices de Rasmussen e Hirschman.....	40
Figura 2 – Gráfico de encadeamentos intersetoriais em 2011.....	49
Figura 3 – Mapa de distribuição regional do índice de intensidade de uso da terra em fluxos comerciais domésticos em 2011.....	52
Figura 4 – Mapa de distribuição regional do índice de intensidade de uso da terra em fluxos comerciais internacionais em 2011.....	53

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Características das áreas de cobertura e uso da terra nos biomas brasileiros .....	19
Tabela 1 – Distribuição percentual das áreas de uso da terra por UFs em níveis territoriais estadual e nacional.....	23
Tabela 2 – Participação percentual das regiões no PIB brasileiro de 1970 a 2020 .....	26
Tabela 3 – Participação percentual regional no PIB, VAB de todos os setores e no VAB dos setores agropecuários da Agricultura, Pecuária e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura em 2011 .....	27
Tabela 4 – Fluxo de Uso da Terra incorporado implicitamente aos fluxos domésticos – 2011. ....	42
Tabela 5 – Proporção percentual de absorção de conteúdo de uso da terra incorporado aos fluxos comerciais domésticos e internacional em 2011 .....	46
Tabela 6 – Encadeamentos inter-regionais em 2011 .....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BL	Backward Linkage
CO	Macrorregião Centro-Oeste
DVA	Domestic Value-Added
DTTL	Domestic Total Traded Land
FHC	Fernando Henrique Cardoso
FL	Forward Linkage
GDP	Gross Domestic Product
Ha	Hectares
HEM	Hypothetical Extraction Method
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IRIOM	Interregional Input-Output Model
LULC	Land Use and Land Cover
MATOPIBA	Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
Mha	Milhões de hectares
N	Macrorregião Norte
NE	Macrorregião Centro-Oeste
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PIB	Produto Interno Bruto
PLUM	Product Land Use Matrix
RoW	Rest of the World
S	Macrorregião Sul
SCN	Sistema de Contas Nacionais
SCR	Sistema de Contas Regionais
SE	Macrorregião Sudeste
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases do Efeito Estufa
TiVA	Trade in Value-Added
TLI	Trade-Based Index of Land Use Intensity
TTL	Total Traded Land
UF	Unidades Federativas

VAB	Valor Adicionado Bruto
VBP	Valor Bruto da Produção

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. GEOGRAFIA ECONÔMICA E O USO DA TERRA NO BRASIL .....</b>	<b>18</b>
2.1. O uso da terra e a geografia brasileira .....	18
2.2. A nova geografia econômica do Brasil e a desigualdade regional .....	22
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
3.1. Dados .....	29
3.2. O modelo inter-regional de insumo-produto (IRIOM) .....	30
3.3. Procedimentos metodológicos .....	34
3.4. Encadeamentos e o método de extração hipotética (HEM) .....	37
<b>4. DISCUSSÕES E RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
4.1. Conteúdo implícito de terra no comércio inter-regional .....	41
4.2. Conteúdo implícito de terra: absorção doméstica e internacional .....	44
4.3. Análise de encadeamentos .....	47
4.4. Distribuição inter-regional do índice de intensidade relativa do uso da terra .....	51
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A terra é um dos recursos mais importantes para a manutenção da vida. De acordo com Souza et al (2020) e Cheng et al (2023), o uso da terra é essencial para o desenvolvimento humano, uma vez que é um recurso produtivo utilizado pelos setores econômicos, principalmente os primários (agricultura e seus encadeamentos diretos e indiretos), contribuindo para o desenvolvimento regional (LOVERING; et al, 2022).

No entanto, a evidência empírica demonstra um processo estruturado de que o uso e a cobertura da terra (LULC – *Land Use and Land Cover*) acompanham as dinâmicas de desenvolvimento econômico de determinado espaço geográfico (SOUZA; et al, 2020). As áreas naturais de cobertura da terra são modificadas conforme demandas socioeconômicas, em que atividades produtivas como agricultura, mineração e urbanização impulsionam o aumento das áreas de uso da terra em detrimento de áreas de cobertura da terra (RADWAN; et al, 2021).

Na América Latina, regiões tropicais e especializadas na produção de matérias-primas, as mudanças quanto ao uso e cobertura da terra influenciam diretamente o desmatamento (MEYFROIDT; et al, 2014; FRANCO-SOLÍS; MONTANÍA, 2021), principalmente devido a expansão da fronteira agrícola e do crescimento sustentado das malhas urbanas (PENDRILL; et al, 2019). Nas regiões brasileiras, entre 1985 e 2021 a área de uso da terra no Brasil teve expansão de 47% para a atividade agrícola. Em 2021, o uso da terra para agricultura representava cerca de 31% do território nacional (MAPBIOMAS, 2021). Na estimativa realizada pelo Mapbiomas (2021), o aumento do uso da terra é mais expressivo nas regiões norte, centro-oeste e nordeste - regiões afastadas da região sudeste (centro econômico brasileiro). Isso porque, nos estados destas regiões, o uso da terra está atrelado à expansão de fronteiras agrícolas, e; a implementação de políticas logísticas para escoamento da produção agropecuária (GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021).

Ademais, na perspectiva da nova geografia econômica, tradicionalmente o sudeste e o sul brasileiros tem exercido a função de “regiões provedoras de capital e tecnologia às fronteiras agrícolas do restante do Brasil” (RICHARDS; et al; 2014; p. 02). Neste sentido, as assimetrias econômicas que caracterizam o setor agrícola brasileiro contribuem com a heterogeneidade do uso da terra nos estados, o que pode explicar os padrões de desigualdade regional (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

Portanto, esta pesquisa parte das seguintes hipóteses: a) o uso da terra é mais intensivo em regiões mais subdesenvolvidas, haja vista que se dá, principalmente, pela expansão de atividades agrícolas (ANGELSEN; KAIMOWITZ, 1999; FLEXOR; LEITE, 2017; FRANCO-SOLÍS; MONTANÍA, 2021); b) regiões mais desenvolvidas tendem a absorver mais conteúdo de uso da terra em seus fluxos comerciais do que regiões menos desenvolvidas, pois regiões centrais influem de forma indireta nas dinâmicas de uso da terra (ILUC - *Indirect Land Use Changes*) de regiões periféricas (RICHARDS; et al, 2014; MEYFROIDT; et al, 2020).

A pergunta de pesquisa é: qual é a distribuição regional do uso da terra direta e indiretamente incorporado a produção e comércio no Brasil? Para responder esta questão, o objetivo deste estudo se cumpre em duas etapas: estimar o conteúdo implícito do uso da terra diretamente e indiretamente incorporado na produção e no comércio regional brasileiro, e; estimar os encadeamentos inter-regionais e intersetoriais de uso da terra implícito nos fluxos comerciais bilaterais inter-regionais e internacionais no ano de 2011.

Para alcançar o objetivo de estimar a incorporação do uso da terra como conteúdo implícito direto e indireto nos fluxos comerciais brasileiros, utiliza-se o enfoque insumo-produto e o método de extração hipotética. A extração hipotética aplicada à matriz inter-regional de insumo-produto permite avaliar a influência de um setor sobre os outros e de uma região sobre as outras. Isto torna a análise uma relevante ferramenta de avaliação para a formulação de políticas públicas de cunho econômico e ambiental (DIETZENBACHER, 1992; PEROBELLI; et al, 2010).

Para compreender a circulação de conteúdo implícito de uso da terra nos fluxos comerciais dos estados brasileiros, também é necessário entender a heterogeneidade regional brasileira e os efeitos ambientais do uso da terra no Brasil. Por esta razão este estudo traz contribuições analíticas sobre as dinâmicas regionais do uso da terra e como o uso da terra está relacionado ao desenvolvimento econômico no país.

Sendo assim, este artigo está organizado nas seguintes seções: (2) caracterização das regiões brasileiras conforme as dinâmicas econômicas quanto ao uso da terra; (3) aplicação do uso da terra no método de extração hipotética; (4) apresentação e discussão dos resultados, e; (5) considerações finais.

## 2. GEOGRAFIA ECONÔMICA E O USO DA TERRA NO BRASIL

A definição de “terra” engloba muitos conceitos, que podem conotar desde o planeta e a sua superfície sólida; o solo e suas propriedades; fator de produção para a economia; base para o desenvolvimento urbano e rural; e até para se referir a um lugar específico (MEYER; TURNER, 1996; VERHAYE, 2006; SOUZA; et al, 2020). Na literatura prevalece o conceito concebido pela FAO (1976) de que a terra é uma área da superfície do planeta que abrange “a atmosfera, o solo e sua geologia subjacente, a hidrologia, populações de plantas e animais e os resultados de atividade humana no passado e presente” (FAO, 1976, s.p.).

Dentro deste conceito, as áreas que conservam as características naturais da superfície da terra definem as áreas de cobertura da terra. O termo cobertura da terra não se refere somente às áreas de vegetação, mas abrange também água e geleiras; cobertura florestal; formação vegetal não florestal; e solo (SOUZA; et al, 2020). As demais áreas da superfície terrestre que apresentam resultados de algum tipo de atividade humana são classificadas como áreas de uso da terra – ou áreas antropizadas (SILVEIRA; et al, 2022).

Estas áreas se caracterizam por contextos sociais e econômicos relacionados à terra, haja vista que as atividades humanas utilizam recursos que influenciam na composição do ambiente (FAO, 1976; MEYER; TURNER, 1996; SOUZA; et al, 2020). Ou seja, o uso da terra é descrito como “a manutenção da terra para atender as necessidades humanas” (VERHAYE, 2006, p. 6) seja para fins de produção agrícola ou extrativista, urbanos ou industriais, por exemplo (VERHAYE, 2006; SILVEIRA; et al, 2022).

Tendo em vista que a análise deste estudo que relaciona o uso da terra nos fluxos comerciais dos estados brasileiros, os conceitos de uso e cobertura da terra – LULC (*Land Use and Land Cover*) contribuem para a compreensão das dinâmicas de uso da terra no Brasil. Portanto, esta seção se propõe a explicar as dinâmicas de uso da terra no Brasil de acordo com seus aspectos geográficos; e retratar as desigualdades econômicas regionais do Brasil em relação ao uso da terra sob a perspectiva da Nova Geografia Econômica.

### 2.1. O Uso da Terra e a Geografia Brasileira

O território brasileiro compreende cerca de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, que se subdivide em 27 Unidades Federativas (UFs) e é caracterizado por conter seis biomas de características distintas: Amazônia; Caatinga; Cerrado; Mata Atlântica; Pampa e Pantanal (IBGE, 2022a). O Brasil é

conhecido por possuir uma das mais ricas biodiversidades do mundo, em que abriga diversas espécies de animais e vegetais, o que torna o país em um *hotspot* de mitigação das mudanças climáticas (SOUZA; et al, 2020; BROCK; et al, 2021; SILVEIRA; et al, 2022).

Embora as mudanças quanto ao uso e a cobertura da terra acompanhem a evolução da humanidade (FAO, 1976), nas últimas décadas as dinâmicas de LULC tem causado impactos em nível global, pois contribuem com as mudanças climáticas (RADWAN; et al, 2021). Atualmente, cerca de 70% da superfície terrestre sofreu com algum tipo de alteração provocada por ações antrópicas, que envolvem urbanização, infraestrutura e, principalmente, atividades relacionadas à produção agropecuária (SILVEIRA; et al, 2022).

Mudanças nos padrões de uso da terra costumam ser graduais, no entanto, o uso da terra no Brasil passou a sofrer transformações ao longo de 1970 sob o respaldo de políticas de interiorização do país (MARANHÃO; et al, 2019; SOUZA; et al, 2020; GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021). Tendo o desmatamento como *driver*, as regiões mais afetadas com as transformações no uso da terra foram o norte e o centro-oeste do país, onde os biomas Amazônia e Cerrado foram os mais impactados (CUDLÍNOVÁ; et al, 2020; FRANCO-SOLÍS; MONTANÍA, 2021; PACHECO; et al, 2021). Especificadamente, de 1985 a 2020, o Brasil teve perda de 82 milhões de hectares (Mha), dos quais 53 Mha das áreas desmatadas foram destinados para a expansão de fronteiras agrícolas (AZEVEDO; et al, 2021; MAPBIOMAS, 2021).

Ainda que atividades agrícolas sejam predominantes quanto às características de uso da terra, as dinâmicas de uso e cobertura da terra no Brasil são heterogêneas. A caracterização de uso e cobertura da terra nos biomas brasileiros pode ser observada como o quadro a seguir:

Quadro 1 – Características das áreas de cobertura e uso da terra nos biomas brasileiros

<b>BIOMAS</b>	<b>Abrangência no território nacional (%)</b>	<b>Cobertura da Terra</b>	<b>Uso da Terra</b>
<b>Amazônia</b>	49,29%	Floresta úmida equatorial, com pontos naturais de savana e pastagem. Predominante na região norte do Brasil.	Pecuária; Agricultura; Mineração; Silvicultura e produção madeireira.
<b>Caatinga</b>	9,92%	Bioma de clima tropical semiárido, caracterizada pela	Agricultura; Pecuária e pecuária em pequena escala;

		vegetação rasteira e solo pedregoso. Compreende a região nordeste.	Silvicultura e produção madeireira; urbanização.
<b>Cerrado</b>	23,92%	Mosaico de savanas, pastagem e florestas, predominante na região centro-oeste.	Agricultura; Pecuária; Barragens/Represas; Extração de carvão.
<b>Mata Atlântica</b>	13,04%	Localizada ao longo da costa brasileira, em área de maior densidade demográfica do país. Floresta úmida de clima tropical.	Agricultura; Pecuária; urbanização; floresta plantada; Barragens/Represas.
<b>Pampa</b>	2,07%	Planícies e coxilhas cobertas por gramíneas e arbustos. Ocupa a metade sul do RS.	Agricultura; Criação de gado bovino em campos nativos; Silvicultura e urbanização.
<b>Pantanal</b>	1,7%	Complexa planície alagada que compreende o sul de MT e o noroeste de MS.	Agricultura e pecuária.

Fonte: Souza et al (2020) e IBGE (2022a).

O uso da terra no Brasil é determinado pelas capacidades de cada bioma para uso e pelos incentivos regionais (públicos e privados) em tornar áreas cobertas em áreas antropizadas (SOUZA; et al, 2020; IBGE, 2022a). Cerca de 29,47% do território nacional são áreas de atividades agrícolas, enquanto 0,61% são outras áreas de uso da terra, que envolvem áreas de infraestrutura urbana e logística e áreas de extração de minérios (AZEVEDO; et al, 2021; MAPBIOMAS, 2021). Na tabela 1 encontram-se os dados percentuais das áreas de uso da terra de cada estado em relação à área territorial estadual e à área territorial nacional.

Tabela 1 – Distribuição percentual das áreas de uso da terra por UFs em níveis territoriais estadual e nacional

Unidades Federativas (UFs)		Biomos Abrangidos	Áreas de Uso da Terra (%)		
			Áreas Agrícolas Nível Estadual (%)	Outras Áreas de Uso da Terra Nível Estadual (%)	Uso da Terra Total Nível Nacional (%)
Norte	RO	Amazônia/Cerrado	32,59%	0,24%	0,92%
	AC	Amazônia	10,73%	0,08%	0,21%
	AM	Amazônia	1,10%	0,03%	0,21%
	RR	Amazônia	3,20%	0,07%	0,09%

	PA	Amazônia/Cerrado	15,76%	0,13%	2,33%
	AP	Amazônia	1,34%	0,11%	0,02%
	TO	Amazônia/Cerrado	27,55%	0,41%	0,91%
Nordeste	MA	Amazônia/Cerrado	25,57%	0,76%	1,02%
	PI	Caatinga/Cerrado	12,53%	0,93%	0,40%
	CE	Caatinga	24,29%	1,89%	0,46%
	RN	Caatinga/Mata Atlântica	35,82%	2,04%	0,23%
	PB	Caatinga/Mata Atlântica	34,58%	1,47%	0,24%
	PE	Caatinga/Mata Atlântica	41,37%	1,60%	0,50%
	AL	Caatinga/Mata Atlântica	73,43%	1,51%	0,25%
	SE	Caatinga/Mata Atlântica	74,96%	1,47%	0,20%
	BA	Caatinga/Cerrado/Mata Atlântica	40,23%	1,00%	2,74%
Sudeste	MG	Caatinga/Cerrado/Mata Atlântica	58,22%	0,87%	4,07%
	ES	Mata Atlântica	70,43%	1,40%	0,39%
	RJ	Mata Atlântica	60,00%	5,12%	0,33%
	SP	Cerrado/Mata Atlântica	72,93%	2,85%	2,21%
Sul	PR	Cerrado/Mata Atlântica	68,59%	1,20%	1,63%
	SC	Mata Atlântica	48,46%	1,74%	0,56%
	RS	Mata Atlântica/Pampa	40,50%	1,57%	1,39%
Centro-Oeste	MS	Cerrado/Mata Atlântica/Pantanal	58,22%	0,26%	2,45%
	MT	Amazônia/Cerrado/Pantanal	34,92%	0,27%	3,74%
	GO	Cerrado/Mata Atlântica	63,09%	0,74%	2,55%
	DF	Cerrado	42,12%	11,89%	0,04%

Fonte: Mapbiomas (2021).

As transformações do uso e da cobertura da terra no Brasil são consequências de processos históricos de desenvolvimento regional, marcados sobretudo pelo avanço das atividades agropecuárias para o interior do Brasil a partir da região centro-oeste (GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021). Contudo, o uso da terra teve maior intensificação a partir de meados de 1990, devido ao processo de abertura comercial do país que contribuiu com que houvesse incentivos para o aumento da produtividade agrícola – além do aumento das exportações de bens primários (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

Todavia, segundo Delgado (2012) e Escher e Wilkinson (2019), o aumento das áreas de uso da terra se alicerçou em dois fatores: o primeiro tem raízes na crise cambial de 1998; e o segundo fator nas políticas conduzidas pelos Governos Lula (2003-2006 e 2007-2010) que são fruto do *boom* das *commodities*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> O *boom* das *commodities* foi um ciclo econômico onde bens primários tiveram aumento substancial nos preços entre os anos de 2002 e 2014 por causa da demanda chinesa, o que contribuiu com o crescimento econômico de alguns países da América Latina (MANZI, 2016; BRANDÃO; VOGT, 2020).

Quanto ao primeiro fator, para solucionar o problema do déficit na Conta Corrente durante o segundo Governo de Fernando Henrique Cardoso (1999-2002), junto a mudanças na condução da política cambial, o Governo Federal priorizou em suas políticas econômica e externa o setor primário. A agenda econômica e externa brasileira quanto aos setores agrícolas no segundo mandato de FHC se estruturou nas seguintes políticas: (a) programa de investimento territorial, com a criação de eixos territoriais de desenvolvimento prioritário, visando melhorias e ampliações na infraestrutura logística das regiões norte, nordeste, sudeste e centro-oeste; (b) direcionamento público à pesquisa agropecuária, com o intuito de criar parcerias com iniciativas privadas; (c) diminuição do controle público na regulação do mercado de terras no país; e (d) provisão de crédito rural (DELGADO, 2012).

Nos dois Governos de Lula (2003-2006 e 2007-2010) as políticas econômicas criadas durante o Governo anterior foram aprofundadas. Mesmo com o desenvolvimento de políticas domésticas de desenvolvimento rural, voltadas principalmente à agricultura familiar (ESCHER; WILKINSON, 2019; SAUER; MÉSZÁROS, 2017), sob a influência do *boom* das *commodities*, a conjuntura política brasileira proporcionou incentivos à expansão do uso da terra, principalmente quanto ao fomento da produção pecuária e do cultivo de soja principalmente no norte do país.

Essencialmente do segundo Governo Lula ao primeiro Governo Dilma (2011-2014) à medida que estas atividades se expandiam em território, a fragilidade na regulamentação de políticas fundiárias e a atenção a políticas ambientais ficavam mais evidentes (SAUER; MÉSZÁROS, 2017; SOUZA; et al, 2020). Somada à valorização do mercado de terras, as consequências desta fragilidade foram o distanciamento da agenda voltada a políticas de demarcação de terras e reassentamento; a acentuação do fenômeno de concentração fundiária (*land grabbing*); e o aumento substancial do desmatamento na Amazônia e no Cerrado (SOUZA; et al, 2020).

## **2.2.A Nova Geografia Econômica do Brasil e a Desigualdade Regional**

Como a heterogeneidade geográfica quanto ao uso da terra, economicamente as regiões brasileiras com seus respectivos estados também possuem características heterogêneas. As peculiaridades socioeconômicas se manifestam nas estruturas produtivas e logística, que de modo empírico é possível observar a dependência de determinadas regiões em relação a outras.

Considerando a identificação de encadeamentos regionais e setoriais mensurados pelo método de Extração Hipotética; e a distribuição do uso da terra nos fluxos comerciais inter-regionais, esta subseção apresenta a teoria da Nova Geografia Econômica e explica a distribuição da desigualdade econômica nas regiões brasileiras.

### **2.2.1. A Teoria da Nova Geografia Econômica**

As interações econômicas entre regiões fazem parte dos estudos de economia regional, pois estas interações não atingem somente fluxos comerciais de bens e serviços, podem influenciar também em movimentos migratórios e transferências de capital, por exemplo. Dentro deste contexto, a teoria da Nova Geografia Econômica (NGE) – desenvolvida por Krugman nos anos 1990, analisa a localização de aglomerações produtivas em um espaço geográfico (BEHRENS; THISSE, 2007).

Nesta teoria, as disparidades econômicas de um espaço geográfico podem ser analisadas pelo formato das aglomerações produtivas e pela forma de organização industrial e urbana. No sistema de análise da NGE, além de fatores geográficos de primeira natureza como clima e disponibilidade de recursos naturais, elementos de segunda natureza como potencial de mercado, acessibilidade quanto aos custos de transporte e potencialidades do mercado de trabalho determinam a aglomeração de atividades econômicas (SILVA; BACHA, 2014). Estas aglomerações ocorrem por conta de forças centrípetas, que são provocadas pela imobilidade dos fatores de produção, junto à renda da terra e a influência de deseconomias externas. Do contrário, forças centrífugas são guiadas pelo tamanho do mercado e por economias externas puras que contribuem para que não haja aglomerações (KRUGMAN, 1991; BEHRENS; THISSE, 2007; SILVA; BACHA, 2014).

Para Krugman (1991; 1998), é possível que um país possua regiões caracterizadas pela presença de atividades industriais enquanto conta com regiões produtoras de bens primários, uma vez que são os custos de transporte que determinam as aglomerações industriais. Neste sentido, a NGE baseia-se no sistema de centro-periferia, cujas regiões de centro se localizam em espaços limitados e são caracterizadas pelo desenvolvimento tecnológico e industrial com retornos crescentes de escala e uso moderado da terra. Já nas regiões de periferia há a predominância de atividades agrícolas de uso intensivo da terra, que atendem as demandas das regiões centrais (SUZIGAN, 2001; BEHRENS; THISSE, 2007).

Na lógica da NGE, a organização produtiva do Brasil está estruturada no contexto de centro-periferia, em que, empiricamente, as regiões sudeste e sul são consideradas mais desenvolvidas que as demais regiões brasileiras. Pois são regiões caracterizadas pela diversificação da estrutura produtiva; pela infraestrutura que contribui com a diminuição dos custos de transporte, e; pelo progresso técnico que beneficia o surgimento de inovações (GÁSPAR, 2016; POCHMANN; SILVA, 2020). Porém, além das condições de primeira e segunda natureza que favorecem o desenvolvimento destas zonas de centro no Brasil, existem as condições de natureza histórica – de dependência da trajetória que a NGE de Krugman não se aprofunda (SUZIGAN, 2001; SILVA; BACHA, 2014; GÁSPAR, 2016).

Fatores históricos, culturais, sociais e políticos contribuem com a concentração econômica espacial ao longo do tempo, o que influencia na existência de desigualdades regionais (BEHRENS; THISSE, 2007; GÁSPAR, 2016). A ideia de desenvolvimento econômico das regiões sudeste e sul se encaixam neste aspecto pois, considerando a formação econômica do Brasil, a concentração produtiva no sudeste e sul pode ser considerada como uma externalidade fruto também da dependência da trajetória (SUZIGAN, 2001; POCHMANN; SILVA, 2020).

### **2.2.2. A Trajetória da Concentração Produtiva no Brasil e a Desigualdade Regional**

A formação econômica brasileira está historicamente associada a exportações de bens primários, tendo passado por um processo de industrialização tardio. Desde o período colonial, após o ciclo do açúcar no nordeste, o desenvolvimento histórico, político e econômico do Brasil se concentrou no sudeste – o que tornou esta região o centro econômico brasileiro. Até o início do século XX o Brasil era um país agroexportador, pois a partir da década de 1930 o Brasil iniciou o seu processo de industrialização sob o respaldo de políticas estatais e influência de imigrantes de países já industrializados no estado de São Paulo (PORSHMANN; SILVA, 2020).

Entre as décadas de 1930 e 1970 – década do milagre econômico brasileiro, o processo de industrialização se expandiu pela região sudeste até região sul e, a partir dos anos 1960, ao nordeste (MELO; SIMÕES, 2011; PORSHMANN; SILVA, 2020). Embora a expansão das indústrias tenha acontecido gradualmente e se concentrando em determinadas cidades, este

fenômeno contribuiu com a expansão da urbanização e com a construção de malhas rodoviárias como forma de integração regional (GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021).

No mesmo período, também houve o estabelecimento de políticas nacionais de interiorização e ocupação das regiões centrais do país. Farias e Zamberlan (2013) citam que a criação da cidade de Brasília como a nova capital do Brasil trouxe transformações quanto ao desenvolvimento territorial do país, haja vista que houve estímulos à migração para a região do cerrado e investimentos em infraestrutura para conectar a nova capital aos centros econômicos.

Mesmo com as políticas de ocupação, até o início dos anos 1970 a região centro-oeste era vista como improdutiva para o desenvolvimento de atividades agrícolas em escala. A produção agropecuária no sul e no sudeste não conseguiam atender com eficácia à demanda nacional e não havia terras disponíveis suficientes para a expansão agropecuária. Além disso, o Brasil vivenciava um *boom* demográfico que exigia estratégias para evitar o desabastecimento de alimentos (FARIAS; ZAMBERLAN, 2013; VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

A produção agropecuária brasileira se beneficiou durante a década do milagre econômico, em que a criação da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em 1973 e da Embrapa Soja no Paraná em 1975; da Embrater (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural) em 1974; e a implementação do Programa Nacional do Alcool (Proálcool) em 1975 marcam o início da expansão da agropecuária no interior do Brasil (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017). As atividades de pesquisa e desenvolvimento e a implementação de inovações realizadas pela Embrapa – somada à difusão de conhecimento e tecnologia realizada pela Embrater através das Empresas Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), favoreceram a expansão da mecanização e queda no preço marginal da terra. Consequentemente, houve o aumento da produção de grãos, aves, bovinocultura e suinocultura, além do fomento a movimentos migratórios para a região centro-oeste (VIEIRA FILHO, 2016).

O progresso técnico implementado pela Embrapa contribuiu para que produtos agrícolas e alimentos retornassem à pauta exportadora brasileira nos anos 1990. Por consequência, a produção de algodão, cana-de-açúcar, milho, soja e a bovinocultura da região centro-oeste se tornaram *commodities* importantes das exportações brasileiras. Com isso, a fronteira agrícola no cerrado teve expansão considerável, chegando aos limites geográficos do norte amazônico

no início dos anos 2000 e, em seguida, à região de MATOPIBA<sup>2</sup> (FARIAS; ZAMBERLAN, 2013; VIEIRA FILHO, 2016; VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017).

Embora a trajetória dos processos de interiorização e de expansão de fronteiras agrícolas tenham promovido o crescimento econômico e influenciado no estabelecimento de políticas de descentralização produtiva, no contexto da NGE Melo e Simões (2011) destacam que a estrutura de centro-periferia nas regiões brasileiras se mantinha. Desde o início do processo de industrialização, os efeitos de *spillover* ocorreram em torno das capitais dos estados, sendo São Paulo o estado que mais concentra as atividades econômicas no Brasil e o que mais absorve a produção do restante do país (ALVES, 2020; POCHMANN; SILVA, 2020).

Em reflexo, ao considerarmos o produto interno bruto (PIB) regional para observar superficialmente as assimetrias regionais no Brasil, a trajetória percentual das regiões brasileiras de 1970 a 2020 pode ser observada conforme a tabela 2:

Tabela 2 – Participação percentual das regiões no PIB brasileiro de 1970 a 2020

Região	1970	1980	1990	2000	2010	2015	2020
Norte	2,3%	3,3%	4,9%	4,6%	5,3%	5,3%	6,3%
Nordeste	12%	12,2%	12,9%	13%	13,5%	14,2%	14,2%
Sudeste	65%	62,1%	58,8%	57,5%	56,1%	54%	51,9%
Sul	17%	17,3%	18,2%	17,7%	16%	16,8%	17,2%
Centro-Oeste	3,7%	5,1%	5,2%	7,2%	9,1%	9,7%	10,4%

Fonte: Adaptação própria com base em Alves (2020) e IBGE (2022b).

Especificamente em 2011 – ano analisado neste estudo, a participação percentual das regiões brasileiras no PIB e no VAB (Valor Adicionado Bruto) total e VAB de setores agropecuários (Agricultura, inclusive apoio à agricultura; Pecuária, inclusive apoio à pecuária; e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura) se distribui conforme a tabela 3 e no anexo C em nível estadual:

<sup>2</sup> Polígono entre as regiões do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (FLEXOR; LEITE, 2017; MARANHÃO; et al, 2019).

Tabela 3 – Participação percentual regional no PIB, VAB de todos os setores e no VAB dos setores agropecuários da Agricultura, Pecuária e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura em 2011

<b>Região</b>	<b>PIB</b>	<b>VAB Todos os setores</b>	<b>VAB Agricultura, inclusive apoio à agricultura</b>	<b>VAB Pecuária, inclusive apoio à pecuária</b>	<b>VAB Produção Florestal, Pesca e Aquicultura</b>
<b>Norte</b>	5,5%	5,8%	7,8%	12,4%	21,8%
<b>Nordeste</b>	13,3%	13,7%	20,0%	18,3%	14,9%
<b>Sudeste</b>	56,1%	55,3%	29,3%	22,6%	27,7%
<b>Sul</b>	15,9%	15,9%	27,9%	25,0%	25,7%
<b>Centro-Oeste</b>	9,1%	9,3%	15,1%	21,7%	9,9%

Fonte: Adaptação de IBGE (2022b).

Os setores Agricultura, inclusive apoio à agricultura; Pecuária, inclusive apoio à pecuária; e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura são empiricamente intensivos no uso da terra (SOUZA; et al, 2020). Tendo em vista que o processo de aglomeração no Brasil uma externalidade que também possui natureza histórica e política, uma vez que as iniciativas de desenvolvimento econômico foram conduzidas pelo Estado (POCHMANN; SILVA, 2020), atividades agropecuárias nas regiões centrais não foram substituídas por setores menos intensivos no uso da terra (MELO; SIMÕES, 2011; FARIAS; ZAMBERLAN, 2013; MARANHÃO; et al, 2019). Nesse sentido, os dados da tabela 3 a concentração econômica no sudeste e sul, inclusive em atividades diretamente ligadas ao uso da terra.

Os mesmos dados destacam que a participação do centro-oeste e do norte no setor da pecuária prepondera sobre o setor da agricultura, sendo que a região norte tem destaque no setor de produção florestal, pesca e aquicultura. Meyfroidt et al (2014), Flexor e Leite (2017), Maranhão et al (2019) ressaltam que a expansão das fronteiras agrícolas nestas regiões favoreceu a bovinocultura e sojicultura.

Embora os dados sejam de 2011, a intensificação destas atividades – e consequentemente do uso da terra, se deu a partir dos anos 2000 nos estados amazônicos e em MATOPIBA (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017; MARANHÃO; et al, 2019; SOUZA; et al, 2020). Neste cenário de intensificação do uso da terra, políticas públicas como a segunda edição do Programa Nacional de Agroenergia (2006-2011) e o segundo Programa de Aceleração do

Crescimento (PAC II) promoveram o melhor aproveitamento do uso da terra e a desconcentração da infraestrutura logística para o escoamento de produtos agrícolas e energéticos. Enquanto o primeiro programa se concentrava em pesquisa e desenvolvimento para ampliação produtiva de biocombustíveis, o PAC II priorizava os eixos energético, logístico e de infraestrutura (SILVA; et al, 2016; HORST; et al, 2021; BARTHOLOMEU; et al, 2022).

Por meio destas políticas, os estados das regiões norte, nordeste e centro-oeste puderam melhorar índices de desenvolvimento econômico. Pois a distância destas regiões do sudeste contribuía com a distribuição assimétrica de desigualdade socioeconômica no país, uma vez que os maiores índices macroeconômicos estavam centralizados no sul e no sudeste (SESSA; et al, 2021). Ainda assim, a expansão para o interior das regiões norte, centro-oeste e nordeste expôs gargalos logísticos para o escoamento da produção agrícola (GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021).

Embora incentivos governamentais possibilitaram maiores acessos das regiões interioranas ao sudeste, a expansão de áreas de uso da terra e a intensificação da produção agropecuária contribuíram com o aumento do desmatamento, principalmente na Amazônia e no Cerrado (FLEXOR; LEITE, 2017; MARANHÃO; et al, 2019; CUDLÍNOVA; et al, 2020). Além disso, o crescimento que estas regiões experienciaram não fez com que saíssem do espaço periférico, haja vista que a economia das regiões norte, centro-oeste e nordeste é pautada na exploração de recursos naturais que depende da demanda das regiões centrais, sobretudo da região sudeste (MELO; SIMÕES, 2011; MARANHÃO; et al, 2019; POCHMANN; SILVA, 2020; GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021). Com isso, a expansão e intensificação das atividades agropecuárias nas regiões periféricas brasileiras, reforça a hipóteses de que com a diminuição das áreas de cobertura de terra, o uso terra está vinculado aos fluxos comerciais dos estados brasileiros (PENDRILL; et al, 2019; MARANHÃO; et al, 2019; RAJÃO; et al, 2020; SOUZA; et al, 2020; PACHECO; et al, 2021).

### 3. METODOLOGIA

Obedecendo os objetivos citados, além da revisão de literatura – em que caracterizamos na seção anterior as dinâmicas do uso da terra dentro das diferenças geográficas e econômicas das regiões brasileiras, os procedimentos metodológicos deste estudo se dão conforme aos objetivos específicos: (a) estimar os coeficientes de conteúdo de uso da terra por setor produtivo da economia brasileira; (b) determinar o conteúdo relativo de uso da terra e de valor adicionado no comércio inter-regional e internacional, por região e setor de origem; (c) desagregar as exportações por destinos regionais e internacional, identificando os fluxos bilaterais de comércio com conteúdo implícito de uso da terra e valor adicionado; e (d) mensurar a intensidade do conteúdo de desmatamento na cadeia de valor inter-regional e internacional por meio da aplicação do índice de intensidade relativa de uso da terra.

Metodologicamente, esta pesquisa tem caráter estrutural onde analisa o conteúdo de uso da terra implícito nos fluxos comerciais bilaterais regionais e internacional por meio da matriz inter-regional de insumo-produto (*Interregional Input-Output Model* – IRIOM) para 67 setores das 27 Unidades Federativas (UFs) brasileiras (anexos A e B). Como ferramenta de análise utilizamos o método de extração hipotética generalizada (*Hypothetical Extraction Method* – HEM) para analisar os níveis de interdependência inter-regionais e intersetoriais em relação ao uso da terra.

Portanto, esta seção se subdivide em: (1) explicar os dados utilizados na análise da matriz inter-regional de insumo-produto; (2) apresentar o modelo inter-regional de insumo-produto; (3) descrever os procedimentos metodológicos da análise deste estudo; (4) explicar o método HEM e as relações de encadeamento.

#### 3.1. Dados

Este estudo utiliza a matriz inter-regional de insumo-produto (*Interregional Input-Output Model* – IRIOM) estimada por Haddad, Gonçalves e Nascimento (HADDAD; et al, 2017) pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS), ano base 2011. Esta tabela abrange as 27 UFs brasileiras (anexo A) com suas 67 indústrias (anexo B), e tem como base os dados do Sistema de Contas Nacionais (SCN) elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE).

Quanto aos dados utilizados para elaborar o vetor de coeficiente de uso da terra setorial utilizamos as estimações disponíveis na base EORA *Supply Chain Database* da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento – UNCTAD (LENZEN; et al, 2013; CASELLA; et al, 2019) correspondente ao ano de 2011 para o Brasil. A base de matrizes insumo-produto EORA possui dados de recursos ambientais requeridos pelas indústrias. As estimações da EORA para a demanda setorial pelo fator produtivo terra no Brasil em 2011 são da matriz PLUM (*Product Land Use Matrix*) estimada pela FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) para as matrizes EORA (MORAN; et al, 2008).

Neste trabalho consideramos que os coeficientes setoriais são assumidos de maneira igualitária, independente da região de origem. Por utilizar as estimativas de uso da terra contidas na EORA para o Brasil (LENZEN; et al, 2012; LENZEN; et al, 2013; CASELLA; et al, 2019); e por considerar também as propriedades da função de produção de Leontief – em que o modelo parte da premissa de equilíbrio e que os coeficientes técnicos são fixos; os dados utilizados nesta modelagem quanto ao uso da terra não abrangem a heterogeneidade do uso da terra dos estados brasileiros, o que limita a análise.

### 3.2. O modelo de inter-regional de insumo-produto (IRIOM)

Desenvolvido por Wassily Leontief na década de 1930, o modelo de insumo-produto consiste na análise da estrutura econômica de uma determinada localidade em determinado período (GUILHOTO, 2001). O modelo adota álgebra matricial como ferramenta de análise, as interações e as relações entre os setores que compõem uma estrutura econômica, incluem o consumo intermediário e a demanda final (MILLER; BLAIR, 2009; HEWINGS; OOSTERHAVEN, 2015; DIETZENBACHER; et al, 2019).

Baseado no sistema de contas nacionais, os dados de uma matriz insumo-produto descrevem em as transações entre dois setores de uma economia. Na função de insumo-produto, a produção total é identificada por  $\mathbf{x}$ ; o consumo intermediário de um determinado setor é expresso por  $\mathbf{Zi}$ ; e a demanda final por  $\mathbf{y}$  (MILLER; BLAIR, 2009):

$$\begin{aligned}
 x &= Z_i + y \\
 &\downarrow \\
 x_i &= Z_{i1} + \dots + Z_{ij} + \dots + Z_{in} + y_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + y_i
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Numa economia com  $n$  setores, a função de produção de cada setor – que demanda insumos dos demais setores – o consumo intermediário  $Z$  consiste no somatório das interações bilaterais do setor em questão. Com isso as funções de produção total de insumo-produto são expressas desta forma:

$$\begin{aligned} x_1 &= Z_{11} + \dots + Z_{1j} + \dots + Z_{1n} + y_1 \\ &\quad \vdots \\ x_i &= Z_{i1} + \dots + Z_{ij} + \dots + Z_{in} + y_i \\ &\quad \vdots \\ x_n &= Z_{n1} + \dots + Z_{nj} + \dots + Z_{nn} + y_n \end{aligned} \quad (2)$$

A representação matricial da estrutura básica de uma matriz de Leontief é descrita conforme a equação 3:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \dots & z_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dito isto, a função de produção de Leontief conta com a matriz de coeficientes técnicos ( $A$ ) que explica a relação entre os dois setores:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \rightarrow A \quad (4)$$

Sendo  $z_{ij}$  o fluxo de insumos de  $i$  para  $j$ ;  $x_j$  o produto do setor  $j$ , e;  $a_{ij}$  a razão de insumo-produto (CABRAL; PEROBELLI, 2012).

As relações de interdependência da produção bruta setorial acerca das variações da demanda final são estimadas pela matriz inversa de Leontief ( $B$ ), sendo  $I$  a matriz identidade:

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

↓

$$x = (I - A)^{-1}y \rightarrow x = By \quad (6)$$

↓

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

Assim como o modelo para uma economia com  $n$  setores, o modelo inter-regional de insumo-produto se dá para  $n$  sub-regiões de uma economia com  $n$  setores. Na análise inter-regional, as interações são observadas pelas relações de interdependência entre regiões e setores, onde consumo e padrões de comércio se conectam à demanda intermediária inter-regional e intersetorial (SANGUINET; et al, 2022).

$$\begin{bmatrix} x_1^R \\ x_j^R \\ x_1^S \\ x_j^S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11}^{RR} & B_{1j}^{RR} & B_{11}^{RS} & B_{1j}^{RS} \\ B_{j1}^{RR} & B_{jj}^{RR} & B_{j1}^{RS} & B_{jj}^{RS} \\ B_{11}^{SR} & B_{1j}^{SR} & B_{j1}^{SS} & B_{jj}^{SS} \\ B_{j1}^{SR} & B_{jj}^{SR} & B_{j1}^{SS} & B_{jj}^{SS} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1^{RR} & y_1^{RS} & y_1^{R,Row} \\ y_j^{RR} & y_j^{RS} & y_j^{R,Row} \\ y_1^{SR} & y_1^{SS} & y_1^{S,Row} \\ y_j^{SR} & y_j^{SS} & y_j^{S,Row} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$\underbrace{\hspace{15em}}_{\text{Matriz Inter-Regional de Leontief}} \quad \underbrace{\hspace{15em}}_{\substack{\text{Exportações} \\ \text{Demanda Final}}}$

Como descrito na equação 8, a estrutura do modelo IRIOM contém um conjunto de vetores que correspondem às indústrias das regiões subnacionais de um país. Na matriz inter-regional de Leontief, as interações bilaterais setoriais acontecem dentro da mesma região, bem como com os setores das demais regiões da economia analisada. A exemplo disso, conforme a equação acima, o setor **1** da região **R** demanda insumos do setor **j** da mesma região, como também demanda insumos dos setores **1** e **j** da região **S**, e assim sucessivamente.

Especificamente nesta dissertação, o modelo inter-regional para o Brasil abarca 67 setores dos 27 estados (regiões) brasileiros.

O modelo de insumo-produto parte da premissa de equilíbrio cuja quantidade demandada é igual à quantidade produzida de bens e serviços (CABRAL; PEROBELLI, 2012). Por isto, entende-se que de acordo com uma função de produção os coeficientes técnicos são fixos; os retornos de escala são constantes; os setores utilizam proporções fixas de insumos – que são expressas em unidades monetárias; os fluxos intermediários são endógenos; e as mudanças econômicas dependem de fatores exógenos, como a demanda final (MILLER; BLAIR, 2009).

Ressalta-se que a abordagem do modelo de Leontief se dá pelo lado da demanda, sendo definido como um modelo *demand-driven*. Dietzenbacher (1997) e Mesnard (2001) explicam que o modelo de *demand-driven* é caracterizado por ser impulsionado pela demanda final, pois a demanda de cada setor que compõe a matriz é proveniente da demanda final.

### 3.2.1. O modelo *supply-driven*: modelo de Ghosh

Ao contrário do modelo *demand-driven* de insumo-produto desenvolvido por Leontief, a modelagem de Ghosh consiste em um modelo de *supply-driven*. Este modelo utiliza a mesma estrutura tradicional da matriz de insumo-produto de Leontief, no entanto Ghosh (1958) propõe uma análise guiada pela oferta (*supply-driven*).

Dietzenbacher (1997) explica que este modelo assume a alocação fixa de produto na estrutura setorial da matriz. O coeficiente referente ao produto “descreve a parte fixa de cada unidade adicional de produto do setor  $i$  para o setor  $j$ ” (DIETZENBACHER, 1997, p. 629). Ou seja, Ghosh (1958) interpreta que no sistema intersetorial o valor da produção bruta de cada setor circula nos demais setores, o que faz com que o valor do produto retorne ao início do processo de produção a medida em que circula por cada setor – sendo compreendido como valor adicionado.

O modelo de Ghosh é conhecido por ser um modelo alocativo, isto porque os coeficientes são realocados – opondo-se ao que se entende por coeficientes técnicos  $\mathbf{A}$ . Dessa maneira, ao realocarmos os coeficientes explicados pelas equações 1 e 2, temos:

$$x' = i'Z + v' \quad (7)$$

Ao considerarmos a equação 5 da subseção anterior, em que  $\mathbf{B}$  é a matriz inversa de Leontief, a matriz de Ghosh ( $\mathbf{G}$ ) é expressa como:

$$G = (I - B)^{-1} \quad (8)$$

Como em Dietzenbacher (1997), Miller e Blair (2009, p. 544) explicam que  $\mathbf{G}$  representa o valor total da produção que ocorre setor  $j$  por cada unidade de insumo do setor  $i$ . Quando ocorrem mudanças no valor adicionado ( $v'$ ), as mudanças quanto ao produto assumem a seguinte equação:

$$x' = v'G \quad (9)$$

↓

$$\Delta x' = (\Delta v')G \quad (10)$$

Miller e Blair (2009) explicam ainda que as distribuições de produto nos fluxos apresentados na matriz são estáveis. Ao invés de coeficientes de insumo fixos, no modelo *supply-driven* os coeficientes de produto são fixos. Se o produto do setor  $i$  for duplicado, o que for vendido de  $i$  para os demais setores também estará duplicado.

Mesnard (2001) coloca que a abordagem de Ghosh é criticada por ser frequentemente interpretada como um modelo que atribui valor à produção ao calcular as interações setoriais, provocando interpretações errôneas em análises de choques de oferta. Porém, Dietzenbacher (1997) destaca que, assim como a abordagem de *demand-driven*, na análise de *supply-driven* também não é possível determinar preços. O que torna o modelo de Ghosh base para a mensuração de impactos de variáveis exógenas na estrutura econômica, principalmente no que diz respeito a análises ambientais como é o caso deste estudo.

### 3.3. Procedimentos metodológicos

Primeiramente foi estimado o coeficiente setorial de uso da terra. Como mencionado, utilizamos os dados da matriz EORA (LENZEN; et al, 2012) referente ao uso da terra no Brasil em 2011. A estimação deste coeficiente foi obtida pela divisão do uso da terra brasileiro pelo Valor Bruto da Produção (VBP) setorial nacional. Os dados do coeficiente de uso da terra; a descrição dos 67 setores econômicos da matriz inter-regional brasileira; bem como a compatibilidade dos setores da matriz EORA com os setores da matriz estimada por Haddad et al (2017), podem ser observados na seção de anexos (anexo B).

Como os dados da matriz EORA estão em nível nacional, por questão de proporcionalidade entre os estados brasileiros, consideramos o mesmo coeficiente setorial de uso da terra para as 27 UFs. Ou seja, o coeficiente foi determinado desta forma:

$$\varphi_S = \frac{T_S}{x_S} \quad (11)$$

Sendo  $\varphi_S$  o coeficiente de cada indústria;  $T_S$  o uso da terra setorial da matriz EORA; e  $x_S$  o valor bruto da produção de cada setor brasileiro.

Tendo como base os trabalhos de Ali (2015) e a Haddad et al (2020), após termos estimado o coeficiente referente ao uso da terra ( $\varphi$ ), a seguinte etapa foi estimar o conteúdo de

valor adicionado incorporado ao comércio para identificar a intensidade do uso do fator terra incorporado nas cadeias de suprimentos regionais.

No modelo TiVA (*Trade in Value Added*), os destinos inter-regionais e internacional, do que foi produzido pelas indústrias serão calculados de forma bilateral (TURNER; et al, 2012; MENG; et al, 2017; CHENG; et al, 2023). Inicialmente, para obter o **DVA** (*Domestic Value Added*) precisamos identificar o **GDP**<sup>3</sup>: que consiste no vetor linha de valor adicionado ( $\mathbf{v}$ ) agregado regional que multiplica a matriz de Leontief de uma região. Na equação abaixo, temos como exemplo a região 1:

$$GDP_1 = v_1(I - A)^{-1}f_i \quad (12)$$

Em situação hipotética, o **GDP** da região 1 exportado às demais regiões  $\mathbf{n}$  ou ao resto do mundo **RoW** (*rest of the world*), é definido como:

$$GDP_{1,n;RoW}^* = v_1(I - A)^{-1}f_{1,n;RoW}^* \quad (13)$$

O Valor Adicionado Doméstico **DVA** é resultado da diferença entre o **GDP** da região 1 e do **GDP** hipotético desta mesma região que foi exportado para a região  $\mathbf{n}$  ou para **RoW**:

$$DVA_{1,n;RoW} = GDP_1 - GDP_{1,n;RoW}^* \quad (14)$$

A razão **DVA** representa o valor adicionado doméstico que circula nos fluxos bilaterais: da região 1 para a região 2, em nível inter-regional; ou da região 1 para o resto do mundo, em nível internacional dentro do sistema inter-regional de insumo-produto.

Em seguida, estimamos o conteúdo de uso da terra implícito nos fluxos comerciais bilaterais nos 67 setores das 27 regiões. Baseando-se no modelo de estimativas de Haddad et al (2020), o fluxo comercial total de uso da terra implícito **TTL** (*Total Traded Land*) foi estimado de forma similar à lógica do passo anterior de obtenção de **DVA** (HADDAD; et al, 2020; SANGUINET, 2022).

$$TTL_{1,n;RoW} = \varphi_1(I - A)^{-1}f_i \quad (15)$$

---

<sup>3</sup> *Gross Domestic Product.*

Também em situação hipotética, onde a região 1 não exporta nada para **n** ou **RoW**, o comércio embebido com uso da terra é expresso como:

$$TTL_{1,n;RoW}^* = \varphi_1(I - A_{1,n}^*)^{-1} f_{1,n;RoW}^* \quad (16)$$

Por fim, o total de conteúdo de terra domesticamente exportado é definido como a seguinte expressão:

$$DTTL_{1,n;RoW} = TTL_1 - TTL_{1,n;RoW}^* \quad (17)$$

Ainda, segundo Haddad et al (2020) e Sanguinet et al (2022), é possível estimar um índice referente a intensidade relativa do uso da terra **TLI** (*Trade-Based Index of Land Use Intensity*) dentre as cadeias de valor. A intensidade do conteúdo de uso da terra implícito nos fluxos comerciais das cadeias de valor é mensurada de acordo com as equações 18, 19 e 20:

Primeiro, estima-se a razão entre o **DVA** de cada região ( $DVA_{1,n;RoW}$ ) pelo somatório de todas as exportações de valor adicionado:

$$I_{n,k;RoW}^{DVA} = \left[ \frac{DVA_{n,k;RoW}}{[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k DVA_{n,k;RoW}]} \right]^{-1} \quad (18)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k; \forall k \neq n$$

Similar às equações 8 e 9 de Sanguinet (2022), a variável  $I_{n,k;RoW}^{DVA}$  é elevada a **-1** para otimizar o resultado final do índice. Sendo **n** a região que exporta para a região **k** ou para o restante do mundo (**RoW**).

Dado isto, o mesmo processo de mensuração de intensidade é realizado para com os fluxos comerciais domésticos (**DTTL**) estimados pela equação 17:

$$I_{n,k;RoW}^{DTTL} = \frac{DTTL_{n,k;RoW}}{[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k DTTL_{n,k;RoW}]} \quad (19)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k; \forall k \neq n$$

Por último, para calcularmos o **TLI** de importância relativa entre os fluxos domésticos exportados de valor adicionado e de uso da terra, fazemos a seguinte operação para cada região:

$$TLI_{n,k;RoW} = \frac{I_{n,k;RoW}^{DTTL}}{I_{n,k;RoW}^{DVA}} \quad (20)$$

$$i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k; \forall k \neq n$$

A partir do resultado da equação 26, podemos avaliar a intensidade relativa do conteúdo implícito do uso da terra para cada região em relação aos fluxos bilaterais de comércio. Se o resultado for superior a 1, significa que o fluxo comercial bilateral da região analisada é intensivo no uso do fator terra. Ao contrário, quando os resultados são inferiores a 1, o fluxo de comércio desta determinada região é menos intensivo na utilização deste fator.

### 3.4. Encadeamentos e o método de extração hipotética generalizada (HEM)

Em uma matriz de insumo-produto, onde os “fluxos intersetoriais são determinados por fatores tecnológicos e econômicos” (GUILHOTO, 1994, p. 289), as interações entre setores podem gerar diferentes graus de dependência. Ao analisarem o desempenho setorial sob a perspectiva de desenvolvimento econômico, Rasmussen (1956) e Hirschman (1958) estabeleceram índices de mensuração para avaliar quais setores teriam maior poder de dispersão e de sensibilidade, determinando quais setores tem maior poder de impacto em relação aos demais dentro de uma economia.

Frequentemente aplicados a estudos empíricos quanto ao desempenho setorial, segundo Cella (1986) e Dietzenbacher (1992), Hirschman inaugurou o conceito de *key sectors*<sup>4</sup> para explicar os níveis de impacto das ligações (ou *linkages*) setoriais no sistema econômico. O poder de dispersão e a sensibilidade à dispersão são determinados pelos encadeamentos para trás ou para frente, nesta ordem.

Para identificar os encadeamentos setoriais, a técnica utilizada neste estudo é a do método de Extração Hipotética Generalizada (HEM). O método HEM consiste na análise hipotética em que um setor não interage com os demais setores da economia, como forma de identificar como o setor extraído influencia no restante do sistema econômico. Nesta técnica é possível observar a dependência (tanto pelo lado da demanda, quanto pelo lado da oferta) dos demais setores em relação ao setor extraído, indicando quais são os setores chave da economia analisada (ALI, 2015).

---

<sup>4</sup> Setores-chave, tradução nossa.

Pela perspectiva da demanda, os encadeamentos para trás (*backward linkage* - BL) determinam quanto um setor demanda dos outros setores econômicos, indicando o poder de dispersão. Quanto maior for o índice de BL de um setor, maior é a demanda do setor extraído em relação ao restante dos setores da economia.

Já os encadeamentos para frente (*forward linkage* - FL) baseiam-se na estrutura de *supply-driven* do modelo de Ghosh, pela perspectiva da oferta. Os encadeamentos FL mensuram a sensibilidade de dispersão: o quanto o setor extraído depende dos outros setores para alocar a sua produção (DIETZENBACHER, 1992).

Por analisarmos 67 setores de 27 estados numa matriz inter-regional de insumo-produto, o método HEM adotado para analisar os encadeamentos é do tipo Cella. A abordagem de Cella mensura os encadeamentos de um setor em relação ao restante total da economia (GUILHOTO; et al, 1994, p.05).

Ou seja, uma economia com  $n$  setores é dividida em dois grupos: o grupo um contém somente um setor extraído da economia; e o segundo grupo abrange os demais setores ( $n-1$ ). Em situação hipotética o setor do primeiro grupo não vende e nem compra insumos de cada setor pertencente ao grupo dois, portanto na estrutura da matriz de insumo-produto é substituído por zeros (ALI, 2015).

A estimação dos índices de ligação do uso da terra já incorporado aos fluxos comerciais é mensurada pela demanda e pela oferta. Primeiro, estima-se o conteúdo de uso da terra ( $T$ ), cujo vetor  $\varphi'$  (vetor diagonal de  $\varphi$ , estimado pela equação 11) multiplica as matrizes inter-regionais de Leontieff pelo lado da demanda; e de Ghosh pelo lado da oferta. Sendo  $v'$  a representação do valor adicionado:

$$\text{Demanda: } T = \varphi'(I - A)^{-1}y \quad (21)$$

↓

$$\text{Oferta: } T^* = v'(I - B)^{-1}\varphi' \quad (22)$$

Considerando um setor  $j$ , os encadeamentos para trás (BL) podem ser mensurados subtraindo o coeficiente de uso da terra do setor  $j$  do coeficiente total de uso da terra. Sendo a notação  $i'T$  referente ao vetor unitário total de conteúdo de uso da terra (mensurado pela equação 21):

$$BL_j = i'T - i'T_j' \quad (23)$$

Para obter uma estimativa normalizada, o valor absoluto obtido na equação acima é dividido pelo coeficiente total de uso da terra, cujo resultado é multiplicado por cem:

$$BL^n = \left[ \frac{i'T - i'T'_j}{i'T} \right] \times 100 \quad (24)$$

A estimação dos encadeamentos para frente (FL), onde  $\mathbf{T}^*$  é o conteúdo de uso da terra total estimado pelo modelo de Ghosh, seguem a mesma lógica das equações de estimação de encadeamentos pelo lado da demanda:

$$FL_j = i'T^* - i'T'^*_j \quad (25)$$

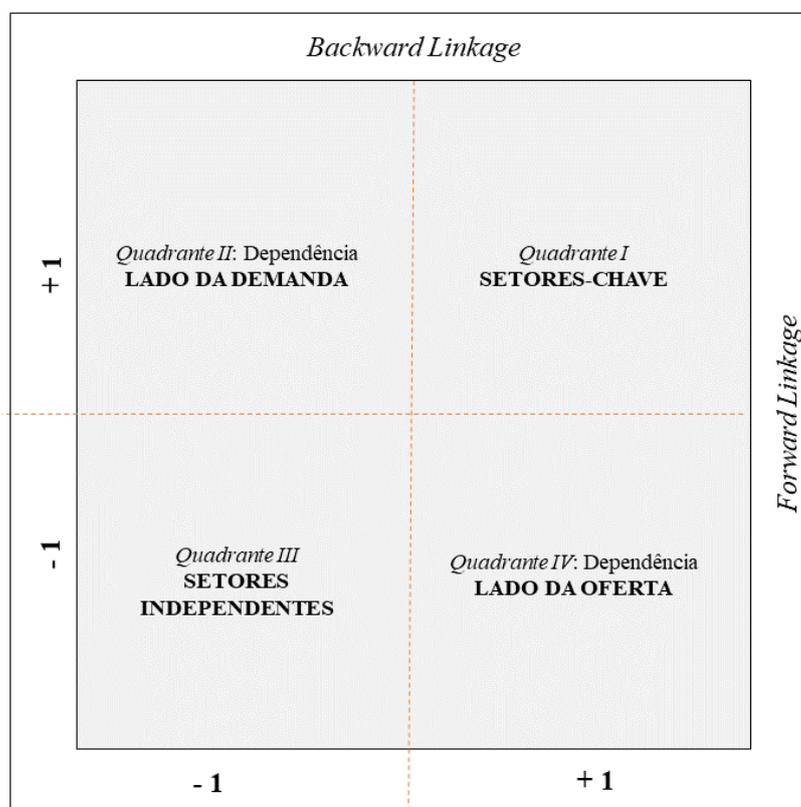
↓

$$FL^n = \left[ \frac{i'T^* - i'T'^*_j}{i'T^*} \right] \times 100 \quad (26)$$

De acordo com o conceito de Hirschman, quando os dois indicadores de encadeamento são superiores a 1 para um setor ou região, significa que o setor ou região em questão são classificados como *key* ou chave (DIETZENBACHER, 1992; PEROBELLI; et al, 2010).

Tendo o número 1 como delimitador, no primeiro quadrante (QI) se localizam os setores chave de uma economia, possuem altos níveis de encadeamentos para trás e para frente (superiores a 1). O segundo quadrante (QII) agrupa os setores com baixo encadeamento para trás e alto encadeamento para frente, o que os torna dependentes pelo lado da oferta. Os setores independentes se agrupam no quadrante (QIII) devido aos baixos níveis de encadeamento para trás e para frente. Já o último quadrante (QIV), os setores são dependentes pelo lado da demanda, uma vez que o encadeamento para trás é superior a 1 e o encadeamento para frente é inferior (LIMA; BANACLOCHE, 2022). A estrutura de encadeamentos pode ser vista pelo seguinte diagrama:

Figura 1 – Diagrama de classificação de encadeamentos para trás e para frente a partir dos índices de Rasmussen e Hirschman



Fonte: Adaptação de Miller e Blair (2009) e Lima e Banacloche (2022).

É importante ressaltar que a análise destes encadeamentos se dá também regionalmente, além da análise intersetorial. Desta maneira é possível avaliar os efeitos diretos e indiretos dentro da estrutura econômica, a partir das relações de compra e venda inter-regional entre os setores que, para Perobelli et al (2010), é o elemento central do modelo HEM aplicado a análises inter-regionais.

Por incorporar variáveis exógenas que podem influenciar no desempenho econômico, a adoção desta modelagem econômica é eficaz para analisar questões ambientais (MILLER; BLAIR, 2009; BJELLE; et al, 2021; HOANG; KANEMOTO, 2021). Isto porque, ao trazer tais variáveis – como o uso da terra que é objeto deste estudo, o modelo de insumo-produto torna possível a visualização dos impactos ambientais nos fluxos de produção e comércio pelo lado da demanda e também pelo lado da oferta.

## 4. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Neste trabalho, partimos da hipótese de que a intensificação do uso da terra, por meio da expansão de áreas antropizadas, se deve ao aumento de atividades agrícolas (ANGELSEN; KAIMOWITZ, 1999; FLEXOR; LEITE, 2017; CUDLÍNOVÁ; et al, 2020; PACHECO; et al, 2021; FRANCO-SOLÍS; MONTANÍA, 2021). No Brasil, como em outros países em situação de desenvolvimento, as dinâmicas de LULC dependem da pauta exportadora – onde a exportação de bens primários se destaca na estrutura econômica brasileira. Entretanto, assim como os autores supracitados, Pendrill et al (2019), Rajão et al (2020) e Hoang e Kanemoto (2021) afirmam que a ampliação de áreas antropizadas são consequência de processos de desmatamento.

Diante desta hipótese, nesta seção discutiremos os resultados da matriz IRIOM apresentada na seção anterior, mais precisamente na terceira subseção. À vista disso, as discussões e resultados se subdividem nas seguintes subseções: (1) apresentar o conteúdo implícito de terra no comércio inter-regional, pela perspectiva das regiões de origem; (2) analisar a composição da absorção em termos de demanda final doméstica ou internacional do conteúdo implícito de terra; (3) analisar os encadeamentos intersetoriais e inter-regionais; e (4) observar a distribuição regional do índice de intensidade relativa de conteúdo incorporado de terra.

### 4.1. Conteúdo implícito de terra no comércio inter-regional

As economias regionais possuem papéis distintos nas cadeias de abastecimento subnacional, desempenhando frequentemente funções tanto como fornecedoras quanto como demandantes dos recursos necessários para a produção. Por isso, nesta seção analisamos os resultados das estimações demonstradas pela equação que determina o total de conteúdo de uso da terra exportado (equação 17). A medida estimada considera os fluxos de terra direta e indiretamente incorporados nos fluxos comerciais dos estados e setores de origem, ou seja, que exportam em alguma medida conteúdo de uso da terra para o restante do país.

Conforme a tabela 3 apresentada no segundo capítulo desta dissertação e o anexo C, as características macroeconômicas das regiões e estados brasileiros mostram a heterogeneidade da economia brasileira. De forma superficial, os dados apresentados trazem de forma elucidativa a centralização econômica na região sudeste e, em seguida, na região sul

(POCHMANN; SILVA, 2020; GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021). Também, é possível associar às explicações de Meyfroidt et al (2014), Pacheco et al (2019); Souza et al (2020), Rajão et al (2020) e Hoang e Kanemoto (2021) de que no Brasil os setores agrícolas são os que mais demandam do fator terra. Isto porque a participação percentual das regiões nordeste e o centro-oeste se destacam quanto ao VAB dos setores agropecuários. Ao ignorarmos o eixo regional sudeste e sul (que são regiões consideradas centrais), o nordeste e o centro-oeste somam 35,1% e 40% quanto a participação nacional do VAB de 2011 dos setores de agricultura e pecuária, respectivamente. O que condiz com Maranhão et al (2019) e Souza et al (2020) que concluem que estes setores têm se expandido e os níveis de cobertura da terra no nordeste e centro-oeste tem diminuído.

Neste sentido, com o objetivo de entender melhor a relação entre a produção econômica e o uso da terra, a tabela 4 apresenta os resultados regionais dos fluxos de terra incorporados implicitamente na produção dos diferentes setores econômicos em cada macrorregião do Brasil. É importante salientar que o resultado apresentado considera apenas os fluxos domésticos, ou seja, a demanda final inter-regional, e não inclui o conteúdo de terra para a demanda final de exportações internacionais. A medida apresentada na tabela é uma agregação dos resultados setoriais e regionais, levando em conta a produção e o consumo de cada região. Ao avaliar os fluxos intermediários, é possível compreender melhor a pressão exercida sobre o fator produtivo terra nos diferentes setores econômicos e regiões do país.

Tabela 4 – Fluxo de Uso da Terra incorporado implicitamente aos fluxos domésticos - 2011

<b>REGIÃO</b>	<b>Norte</b>	<b>Nordeste</b>	<b>Sudeste</b>	<b>Sul</b>	<b>Centro-Oeste</b>
<b>Norte</b>	0	4302,1898	19597,849	3722,4753	2381,3426
<b>Nordeste</b>	3095,3079	0	18473,709	4016,6858	4627,9931
<b>Sudeste</b>	14623,152	30429,387	0	62085,158	27111,821
<b>Sul</b>	2439,0018	4547,1701	41385,79	0	5325,8969
<b>Centro-Oeste</b>	2075,2361	2731,4431	16515,542	3699,7807	0

Fonte: Elaboração nossa com base nos resultados (2023).

Observa-se na tabela acima que a região sudeste é a região que mais possui conteúdo de uso de terra incorporado às suas exportações, do mesmo modo, é a região que mais absorve conteúdo de uso de terra. Por ser classificada como uma região de centro, pois concentra a

economia brasileira, a região sudeste ao mesmo tempo que demanda insumos das demais regiões brasileiras, é uma região intermediadora para a exportação internacional da produção de estados periféricos. Isto porque o desenvolvimento da infraestrutura logística do sudeste, somado à diversificação produtiva e a concentração demográfica da região fazem com que a demanda desta região seja maior que a das outras regiões brasileiras (GARCIA; VIEIRA FILHO, 2021). Consequentemente, de forma direta e indireta, o sudeste se torna a região que mais exporta e absorve conteúdo de uso de terra.

Neste contexto, o estado de São Paulo é o que mais exporta conteúdo de uso da terra incorporado à produção. Em termos de interação bilateral do estado de SP, os estados vizinhos de MG, PR e RJ (nesta ordem), foram os principais destinos de conteúdo de terra implícito na produção paulista. Por serem estados vizinhos geograficamente, existe transbordamento de conteúdo de uso da terra oriundos de SP com destino a MG, PR e RJ. Além de demandar insumos de SP, a infraestrutura logística destes estados faz com que sejam intermediadores, conectando SP ao restante dos estados brasileiros.

Quanto aos setores paulistas, pode-se identificar nos resultados obtidos que as exportações domésticas totais dos setores de: “fabricação e refino de açúcar” (S9); “transporte aéreo”(S44); “desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação” (S51); “intermediação financeira, seguros e previdência complementar” (S52); “fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros” (S21); “atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas” (S54); e de “refino de petróleo e coquearias” (S19), são as mais intensas de conteúdo de uso da terra incorporada aos fluxos comerciais totais nesta respectiva ordem.

De acordo com as configurações de LULC no Brasil, atividades agrícolas ocupam majoritariamente as áreas de uso da terra (SOUZA; et al, 2020). Do mesmo modo, o uso da terra se incorpora diretamente à produção de setores ligados a setores agropecuários, sendo que setores ligados a atividades do setor da indústria e de serviços incorporam indiretamente o conteúdo de uso da terra em seus fluxos comerciais. Isto faz com que os setores paulistas pertencentes aos setores de indústria e serviços exportem de maneira indireta conteúdo de uso da terra.

A cana-de-açúcar é um dos principais produtos agrícolas produzidos por SP (VIEIRA FILHO; FISHLOW, 2017). O uso da terra incorporado à produção do de “fabricação e refino

de açúcar”, tem como principal destino as regiões do RJ, PR, RS; MG e BA, respectivamente – que absorvem diretamente o conteúdo de uso da terra incorporado a este setor.

Embora SP tenha 72,93% da área total de seu território destinado a atividades agrícolas (tabela 2), é importante ressaltar que esta região é economicamente centrada nas atividades da indústria e serviços. Em 2011, o VAB percentual desta região era de 25,8% correspondentes às atividades industriais e de 72,3% correspondente aos setores de serviços. Neste contexto destacam-se a indústria de transformação, com a participação de 18,1% do VAB de SP; as atividades de comércio – correspondentes a 13,2% do VAB; e as atividades financeiras, que participavam de 11,8% do VAB desta região em 2011 (IBGE, 2022b).

Na perspectiva de equilíbrio do modelo de insumo-produto, o sudeste também é a macrozona que mais absorve o uso da terra incorporado às exportações das demais regiões. Sendo a região sul a que absorve a terra implícita nas exportações domésticas do sudeste. Como a região sul é geograficamente próxima e também é categorizada como região de centro, existe transbordamento de conteúdo de uso da terra do sudeste para a região sul – sobretudo para os estados do PR e RS que possuem maior demanda de insumos oriundos da região sudeste.

Analisando somente as regiões de MG, ES e RJ em relação aos estados do sul, as regiões do Paraná e do Rio Grande do Sul são as regiões que mais absorvem as exportações do sudeste – principalmente das regiões do RJ e de MG, nesta ordem. Embora todos os estados do sul absorvam de maneira expressiva as exportações de SP, as exportações com conteúdo implícito de terra do ES são as menos expressivas do sudeste (o estado exporta às demais regiões 1,54% de conteúdo de uso de terra), bem como SC é a região do sul que menos absorve conteúdo de uso da terra incorporado às exportações das demais regiões do sudeste.

Assim sendo, do total de terra implícita que é comercializado domesticamente no Brasil, 69,53% se originam nos estados de: SP (37,19%); RJ (11,83%); MG (8,5%); PR (6,49%) e RS (5,52%). Após o RS e fora do arco geográfico sudeste-sul, o estado do Amazonas é a sexta região que mais exporta domesticamente conteúdo implícito de uso da terra, compreendendo 4,34% do total nacional.

#### **4.2. Conteúdo implícito de terra: absorção doméstica e internacional**

Como a estrutura da matriz insumo-produto parte da perspectiva de equilíbrio (MILLER; BLAIR, 2009), a absorção doméstica regional do uso da terra incorporado ao comércio também pode ser observada pela Tabela 4. Regionalmente, como nas dinâmicas

apresentadas anteriormente, o sudeste também absorve de maneira intensiva as exportações com conteúdo implícito de uso da terra do restante do Brasil. Como resultado, o sudeste e o sul do Brasil absorveram 31,41% e 28,7% o uso da terra incorporado às importações das demais regiões.

Ao analisarmos estes fluxos de forma regional, o estado de SP é a região que mais importa conteúdo de uso da terra das outras regiões brasileiras. Assim como na análise dos fluxos comerciais a partir das regiões de origem, as dinâmicas quanto às absorções domésticas ainda se concentram nos eixos macrorregionais sudeste e sul.

Mas as distribuições percentuais ocorrem de forma distinta: o estado de SP absorveu 26,56%; MG absorveu 10,45%; RJ, 9,88%; PR, 9,03%; RS, 7,07%; e BA com nível percentual de absorção de 4,76%. Os estados de SC e ES absorveram 4,51% e 2,87% de conteúdo de uso da terra incorporados aos fluxos comerciais domésticos. As seis primeiras regiões absorvem juntas 67,75% de conteúdo implícito de uso da terra presente nos fluxos comerciais domésticos.

Apesar de geograficamente não possuir acesso ao mar, o estado de MG conecta o restante do país ao eixo sudeste-sul. Segundo a Secretaria de Política e Integração do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (BRASIL, 2018), os corredores logísticos estratégicos do Brasil concentram-se nos arcos sudeste-sul e sudeste-nordeste, onde o estado de MG conecta as regiões norte e centro-oeste aos complexos portuários do RJ, SP e do PR, além de conectar logisticamente as regiões sul e nordeste.

Devido à importância estratégica dos estados sudestinos, do PR e RS ao sul e da BA ao nordeste quanto a infraestrutura logística, é possível justificar a concentração de absorção do uso da terra entre o RS e a BA. Além disso, ressalta-se que a região sudeste historicamente concentra os fluxos inter-regionais brasileiros (principalmente no triângulo abrangido por SP, RJ e MG), fazendo com que as demais regiões sejam dependentes economicamente destes estados (POCHMANN; SILVA, 2020; SESSA; et al, 2021).

Neste sentido, das absorções internacionais de conteúdo de uso da terra incorporados ao que o resto do mundo (RoW) importa das regiões brasileiras, as macrorregiões norte e sudeste obtiveram os maiores níveis. Os percentuais dos fluxos comerciais bilaterais com o resto do mundo, que incorporam implicitamente conteúdo de uso da terra, foram de 51,71% para a região norte; 29,99% para o sudeste; 7,41% para o centro-oeste; 6,77% e 4,12% para as regiões sul e nordeste.

A tabela seguinte descreve as proporções percentuais de absorção de conteúdo de uso da terra estaduais incorporados aos fluxos comerciais domésticos e internacional:

Tabela 5 – Proporção percentual de absorção de conteúdo de uso da terra incorporado aos fluxos comerciais domésticos e internacional em 2011

UFs		Proporção de Absorção Doméstica (%)	Proporção de Absorção Internacional (%)
Norte	RO	0,81%	44,87%
	AC	0,17%	0,34%
	AM	2,22%	5,62%
	RR	0,12%	0,03%
	PA	1,96%	0,69%
	AP	0,16%	0,04%
	TO	0,45%	0,11%
Nordeste	MA	1,19%	0,36%
	PI	0,54%	0,15%
	CE	1,58%	0,94%
	RN	0,89%	0,15%
	PB	0,76%	0,33%
	PE	2,16%	1,02%
	AL	0,72%	0,38%
	SE	0,60%	0,24%
	BA	4,76%	0,55%
Sudeste	MG	10,45%	3,51%
	ES	2,87%	0,30%
	RJ	9,88%	1,96%
	SP	26,56%	24,22%
Sul	PR	9,03%	2,57%
	SC	4,51%	0,89%
	RS	7,07%	3,31%
Centro-Oeste	MS	1,71%	0,79%
	MT	2,27%	3,34%
	GO	3,67%	2,04%
	DF	2,86%	1,24%

Fonte: Elaboração nossa com base nos resultados (2023).

O conteúdo de uso da terra absorvido internacionalmente segue um padrão oposto ao que é absorvido inter-regionalmente. A região norte se destaca das demais regiões pelos níveis de exportação de conteúdo de uso da terra ao resto do mundo (RoW). Compreende-se que o sudeste também apresente alto índice percentual de exportação internacional de conteúdo de uso da terra. Os padrões regionais do sudeste quanto às exportações internacionais,

acompanham o padrão de absorção desta macrorregião em perspectiva doméstica, como também acompanha o padrão de exportação inter-regional desta macrorregião em relação ao restante do Brasil.

Todavia, a região norte, além de ser a maior região do país em aspectos territoriais, Silva e Bacha (2014) explicam que o norte do Brasil enfrenta desafios logísticos não só pela estrutura geográfica física, mas também pelo ponto de vista da geografia econômica. A infraestrutura logística das regiões norte e centro-oeste faz com que estas dependam de corredores logísticos da região sudeste para escoar a produção a ser exportada para outros países (LOPES, 2020; BARTHOLOMEU; et al, 2022).

Este padrão de absorção internacional de conteúdo de uso da terra incorporado às exportações internacionais dos estados do norte condiz com: Angelsen e Kaimowitz (1999); Meyfroidt et al (2014); Pendrill et al (2019); Rajão; et al (2020); Bjelle; et al (2021); Hoang e Kanemoto (2021); e Pacheco et al (2021). Isto porque o processo de uso da terra no território brasileiro é decorrente de processos de desmatamento – que por sua vez é impulsionado pela intensificação de atividades agrícolas em áreas de florestas tropicais destinadas ao comércio internacional (PENDRILL; et al, 2019; PACHECO; et al, 2021).

### **4.3. Análises de encadeamentos**

Nas subseções anteriores podemos observar como o conteúdo de uso da terra se distribui nos fluxos comerciais inter-regionais e internacional sob a perspectiva da demanda, onde analisamos as regiões de origem e as regiões de destino, que absorvem implicitamente conteúdo de uso da terra quanto compradores dentro das relações comerciais. Nesta subseção a análise se dará tanto pelo lado da demanda, quanto pelo lado oferta (*demand-driven* e *supply-driven*), haja vista que os impactos do uso da terra incorporado aos fluxos comerciais são analisados a partir dos encadeamentos gerados pelas relações de interdependência.

Conforme explicado ao longo da subseção 3.4, os encadeamentos baseiam-se na premissa do método de HEM e nos resultados obtidos por este método, onde identificamos quais setores impactam mais sobre os outros, quanto à demanda, bem como à oferta. Nas equações 23 e 24 descrevemos os encadeamentos para trás – BL, que determinam o poder de dispersão a partir da abordagem de *demand-driven*. A sensibilidade de dispersão, determinada pelos encadeamentos para frente – FL pela abordagem de *supply-driven*, estão descritos nas equações 25 e 26.

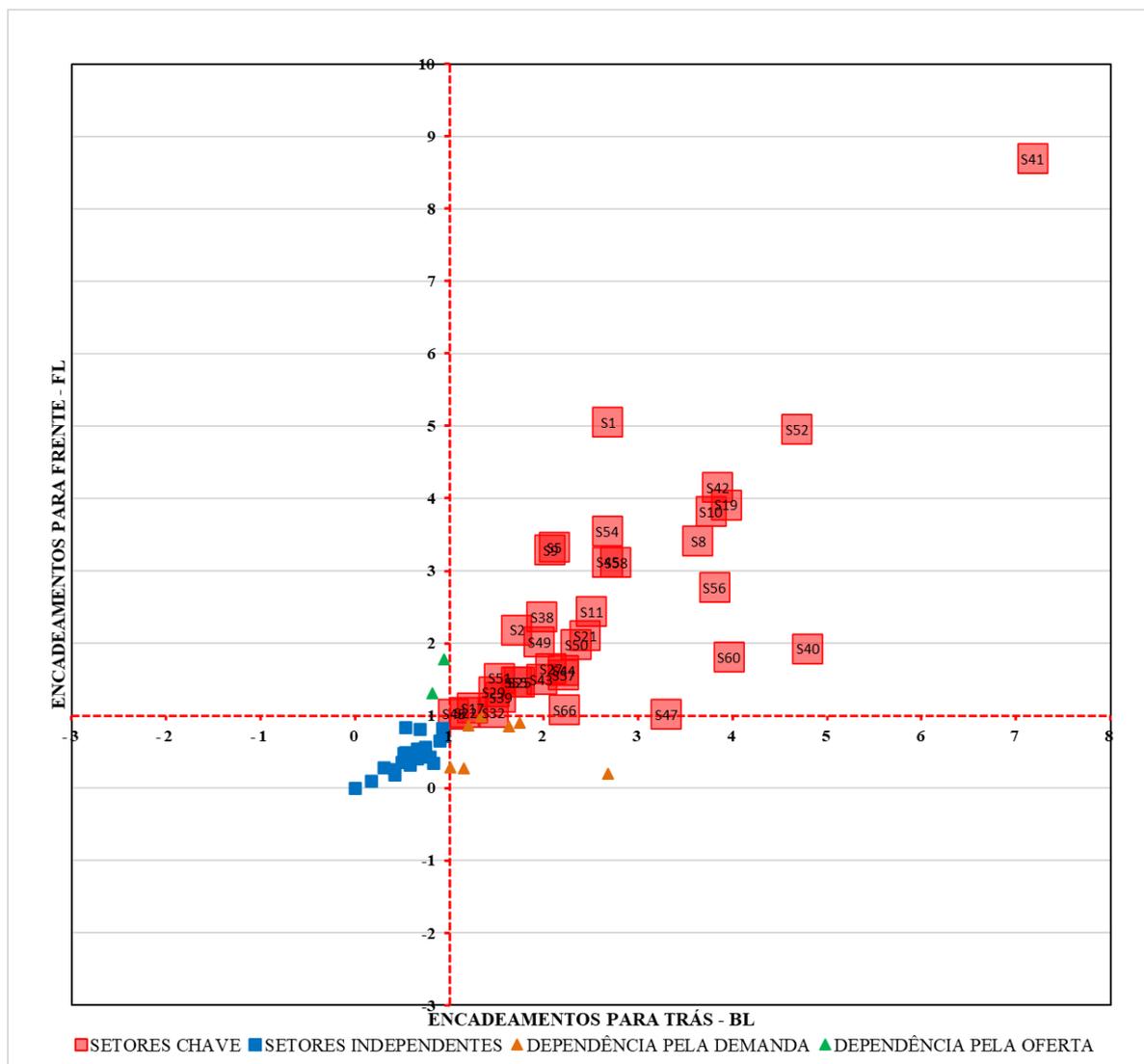
Especificamente, os encadeamentos são mensurados a partir da extração hipotética de um setor para avaliar que tipo de impacto haveria no sistema econômico caso não houvesse interação deste setor com os demais. Deste modo, considerando o coeficiente de uso da terra, na extração hipotética de cada setor é possível identificar os padrões de interdependência setorial em relação ao uso da terra – principalmente no que tange os setores mais intensivos quanto ao uso da terra.

Dessa forma, considerando o diagrama da Figura 1, obtemos a seguinte configuração de encadeamentos setoriais na Figura 2.

No gráfico da Figura 2, os setores chave, localizados em vermelho no primeiro quadrante, indicam os maiores encadeamentos: aqueles com maior poder de dispersão. Além dos setores da “agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita” (S1); “pecuária, inclusive o apoio à pecuária” (S2); “extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio” (S5); e dos demais setores ligados diretamente ao setor primário, os maiores encadeamentos foram nas indústrias relacionadas à alimentação; energia; celulose e papel; infraestrutura, transportes e construção civil; e aos setores de serviços (públicos e privados).

Em ordem, destacam-se os setores de “comércio por atacado e varejo” (S41); “intermediação financeira, seguros e previdência complementar” (S52); “transporte terrestre” (S42); “construção” (S40); “refino de petróleo e coquerias” (S19); “outros produtos alimentares” (S10); “abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca” (S8); alimentação (S47); e “armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio” (S45), foram os setores chave que possuem dependência direta, tanto pela demanda como pela oferta, do setor da “agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita” (S1), o que conseqüentemente os torna dependentes do fator terra.

Figura 2 – Gráfico de encadeamentos intersetoriais em 2011



Fonte: Elaboração nossa com base nos resultados (2023).

Os setores em azul localizados no terceiro quadrante, foram os que obtiveram os índices de Rasmussen e Hirschman inferiores a 1 para trás e para a frente. Quanto à demanda e à oferta, estes setores são considerados independentes, uma vez que não dependem dos demais setores.

Referente aos encadeamentos para trás (BL) e para frente (FL), os setores que se localizam nos quadrantes dois (em verde) e quatro (em laranja), não podem ser considerados independentes e tampouco chave. Os setores “manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos” (S37) e “intermediação financeira, seguros e previdência complementar (S52)” em verde, localizados no segundo quadrante, são dependentes em termos de oferta quanto ao setor da “agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita” (S1). Já os

setores em laranja, no quarto quadrante, são dependentes em relação à demanda, pois apresentam índice superior a 1 quanto a demanda e inferior a 1 em relação à oferta.

Nos encadeamentos inter-regionais, os estados do AM e PA na macrorregião norte; BA no nordeste; MT e GO no centro-oeste; e todos os estados do sul e sudeste; são classificados como chave devido ao nível de interdependência setorial em relação à indústria 1. O estado de PE bem como o DF são dependentes apenas pelo lado da oferta, enquanto as demais regiões são independentes setorialmente da indústria relativa à agricultura (MILLER; BLAIR, 2009).

Tabela 6 – Encadeamentos inter-regionais em 2011

UFs	DEMANDA	OFERTA	CLASSIFICAÇÃO
RO	0,362131956	0,272776442	Independente
AC	0,074539216	0,062868161	Independente
AM	1,762094013	1,319088123	Chave
RR	0,046667975	0,034238169	Independente
PA	1,297358915	1,017447909	Chave
AP	0,103349253	0,062029202	Independente
TO	0,21398464	0,184432056	Independente
MA	0,596206885	0,479475261	Independente
PI	0,254844771	0,208341292	Independente
CE	0,797445129	0,622515707	Independente
RN	0,429078767	0,36309497	Independente
PB	0,393961053	0,311965932	Independente
PE	1,180131395	0,967721584	Dependente pela Demanda
AL	0,420759921	0,427647621	Independente
SE	0,335347978	0,326738184	Independente
BA	2,690787264	2,161757493	Chave
MG	5,657393971	4,42426919	Chave
ES	1,341679643	1,273345034	Chave
RJ	6,209826191	5,813869876	Chave
SP	17,24692299	14,18951026	Chave
PR	4,685012484	3,846838269	Chave
SC	2,537298051	1,975365242	Chave
RS	3,778712157	3,023791163	Chave
MS	0,94965526	0,873044578	Independente
MT	1,330080673	1,129072444	Chave
GO	1,96206031	1,65472478	Chave
DF	1,256360357	0,831185129	Dependente pela Demanda

Fonte: Elaboração nossa com base nos resultados (2023).

A distribuição de encadeamentos inter-regionais acompanha as tendências analisadas pela perspectiva de *demand-driven* quando ao comércio inter-regional que incorpora conteúdo de uso da terra. O eixo sudeste-sul, agregando a BA, são regiões chave quanto aos

encadeamentos inter-regionais. Exceto pelos estados da BA e PE, todos os estados do nordeste são independentes quanto ao uso da terra. O estado de PE, assim como DF no centro-oeste, possui nível de encadeamento inferior a 1 pelo lado da oferta, o que os torna dependentes do fator terra no que toca os encadeamentos para trás – pelo lado da demanda.

Os encadeamentos nas regiões norte e centro-oeste são diretos somente em dois estados de cada região: AM e PA no norte; e MT e GO no centro-oeste. Diante disso, em 2011, 13 regiões foram classificadas como independentes quanto aos encadeamentos.

No contexto das aglomerações produtivas da NGE, Krugman (1991) explica que as regiões são consideradas como chave porque existe um grande fluxo de circulação comercial. Estas regiões já possuem características que tornam acessíveis a circulação de bens e serviços além de terem a estrutura econômica diversificada. Aplicando este conceito aos resultados, os estados identificados como chave são, em sua maioria, pertencentes ao espaço de centro (como os estados do sudeste e do sul). Os estados periféricos que são considerados chave, como AM e PA na região norte e MT e GO na região centro-oeste, são polos econômicos em suas respectivas regiões. O nível da demanda, a infraestrutura logística – que contribui com a diminuição dos custos de transporte e o desempenho econômico destes estados quanto a produção de bens primários, fazem com que estejam no grupo de estados chave.

#### **4.4. Distribuição inter-regional do índice de intensidade relativa do uso da terra**

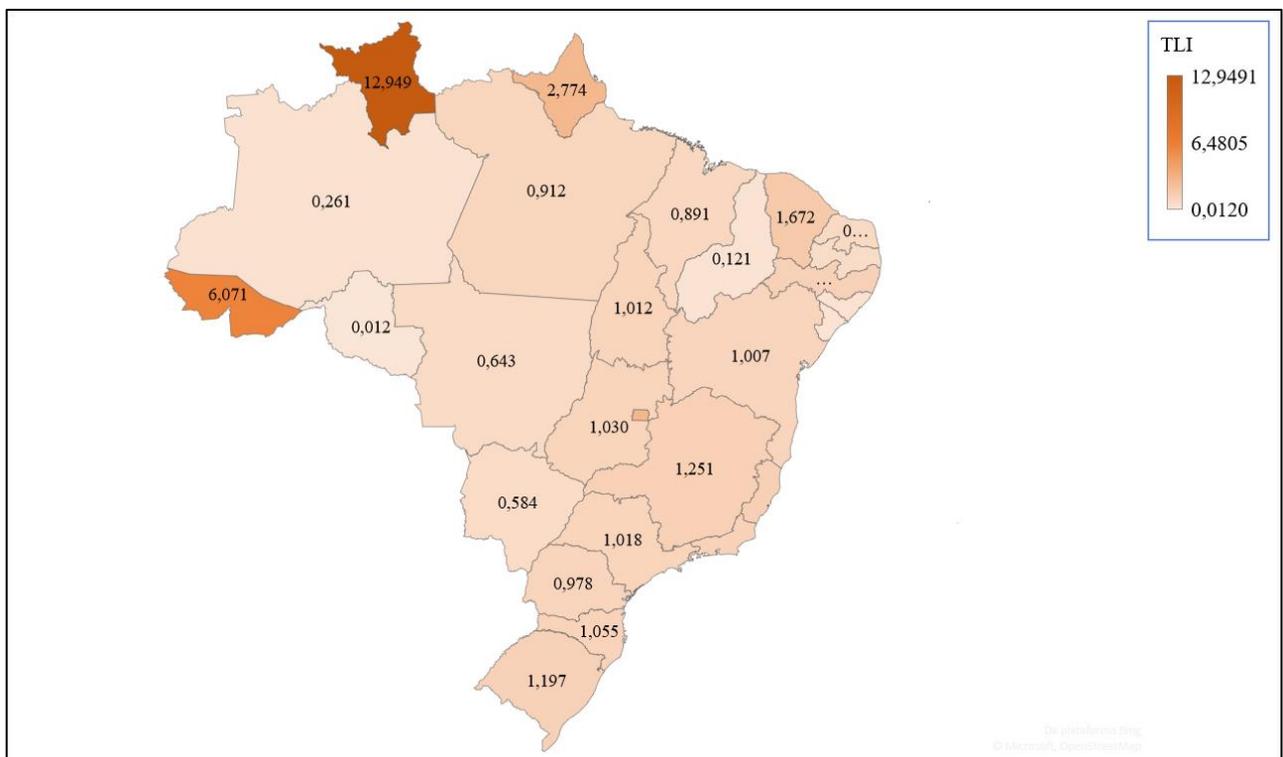
A heterogeneidade econômica brasileira quanto ao uso da terra também se manifesta no índice referente a intensidade relativa do uso da terra apresentado da equação 24 a 26. Este índice, elaborado conforme a metodologia utilizada por Haddad et al (2020) e Sanguinet (2022), visa mensurar quais regiões são mais intensivas no uso do fator terra quanto aos fluxos comerciais inter-regionais e internacionais. Nos mapas das Figuras 3 e 4 é possível ver como a intensidade do uso do fator terra é distribuída, quanto aos níveis doméstico e internacional dos fluxos comerciais com conteúdo implícito de uso da terra.

Apesar de não ser uma região-chave, de acordo com os resultados do índice de intensidade de uso da terra nos fluxos comerciais (TLI), o estado de Roraima é o estado que possui a maior intensidade relativa de uso da terra em suas exportações bilaterais domésticas. Para ser considerada como intensiva no uso da terra comercializado, de acordo com a equação 20 o resultado da região tem que ser superior a 1. Para os fluxos comerciais inter-regionais, o

resultado do índice para a região de RR foi de 12,95, seguida pelas regiões do AC (6,07), do DF (2,89); e do AP (2,77).

Quanto à intensidade de uso da terra nos fluxos comerciais domésticos, as demais regiões brasileiras não são consideradas como intensas, pois os resultados do índice de TLI foi inferior a 1. O menor índice nacional para fluxos domésticos também foi na região norte, contudo no estado de RO. No mapa da figura 3 é possível visualizar a intensidade do uso do fator terra pelos estados brasileiros.

Figura 3 – Mapa de distribuição regional do índice de intensidade de uso da terra em fluxos comerciais domésticos em 2011



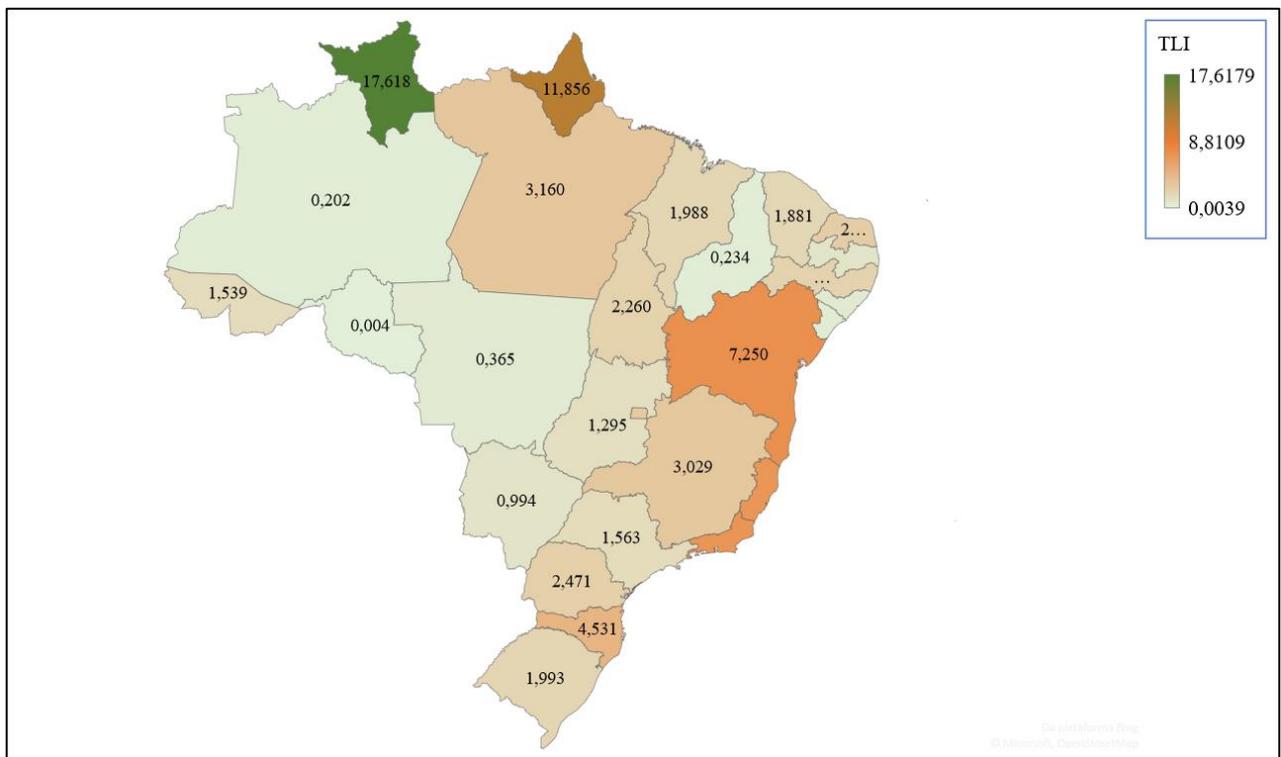
Fonte: Elaboração nossa com base nos resultados (2023).

Nos fluxos comerciais internacionais, o índice de intensidade de uso da terra nos fluxos comerciais apresenta configuração distinta. Os estados de RR (com resultado de 17,61) e do AC (com resultado de 11,85) continuaram no primeiro e segundo lugar quanto as maiores intensidades de uso da terra nos fluxos comerciais, mas quanto ao conteúdo de uso da terra exportado para outros países. Exceto por RO (índice de 0,003) e AM (índice de

0,2), os demais estados da região norte foram classificados como intensos quanto ao conteúdo de uso da terra incorporado ao comércio internacional.

Depois de RO e AM os menores índices foram dos estados do PI (0,23); SE (0,24); MT (0,36); AL (0,37); PB (0,86); e MS (0,99). As demais regiões brasileiras são consideradas como intensas de acordo com este índice. O mapa a seguir mostra a configuração regional brasileira quanto a intensidade de uso da terra incorporada às exportações internacionais.

Figura 4 – Mapa de distribuição regional do índice de intensidade de uso da terra em fluxos comerciais internacionais em 2011



Fonte: Elaboração nossa com base nos resultados (2023).

A distribuição total do índice de intensidade de uso da terra incorporada aos fluxos comerciais, adota padrão similar ao índice calculado para fluxos domésticos. Os estados considerados intensos na comercialização de conteúdo de uso da terra foram: RR (12,49); AC (5,71); DF (2,89); AP (2,68); CE (1,61); ES (1,26); MG (1,21); RS (1,15); PE (1,13); RJ (1,1); e SC (1,02).

De acordo com o Mapbiomas (2021), as regiões que compreendem a Amazônia e Cerrado são historicamente as mais afetadas pelo desmatamento. As análises espaciais

temporais de Maranhão et al (2019) e Souza et al (2020) demonstram que as mudanças de LULC acontecem para ampliação de áreas agrícolas. Numa mesma perspectiva de análise temporal – tendo como base a década de 1990, Rajão et al (2020) ressaltam que a ampliação territorial das áreas antropizadas destinadas a agricultura e a pecuária decorre consideravelmente pelo desmatamento ilegal. As áreas desmatadas ilegalmente são substituídas, sobretudo, pela produção de carne bovina e pelo plantio de soja (MARANHÃO; et al, 2019; RAJÃO; et al, 2020).

Para Meyfroidt et al (2014), Pendrill et al (2019), Hoang e Kanemoto (2020) e Pacheco et al (2021), países que absorvem produtos que implicitamente possuem conteúdo de pegadas ecológicas<sup>5</sup>, colaboram com a degradação ambiental das regiões de origem. Os resultados do índice de intensidade de uso da terra em fluxos comerciais internacionais de alguns estados da macrorregião norte mostram que os fluxos comerciais internacionais contribuem mais com o aumento deste índice do que os fluxos domésticos – que não podem ser considerados expressivos se foram comparados com os indicadores de exportações internacionais.

Embora o Brasil fosse reconhecido nos anos 2000 por suas políticas de proteção à biodiversidade (BROCK; et al, 2021), nota-se que os resultados demonstrados pelo mapa da Figura 4 ilustram as discussões de Flexor e Leite (2017); Sauer e Mészáros (2017); e de Escher e Wilkinson (2019). Para os autores, o *boom* das *commodities* contribuiu com que a exportação de produtos primários fosse prioridade para as políticas de comércio exterior do Brasil.

Diante desta mesma discussão, no mesmo mapa é possível associar visualmente os padrões regionais de antropização territorial aos padrões econômico-regionais, pois a configuração econômica do sudeste e do sul justifica os índices desde o RS até a BA. Também, é possível associar aos processos de desindustrialização e ampliação de atividades agrícolas na região norte, no estado de GO e no MA, TO e BA – pois a expansão das fronteiras agrícolas de MATOPIBA começou a se desenvolver neste período, segundo Flexor e Leite (2017) e Maranhão et al (2019).

---

<sup>5</sup> Termo utilizado por Moran et al (2009) para designar qualquer tipo de recurso natural estimado junto a matrizes de insumo-produto para avaliação de impactos ambientais em uma economia.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para Leontief o sistema de insumo-produto consiste num modelo simplista que torna possível a visualização do funcionamento de uma economia:

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 apud GUILHOTO, 2001, p. 02).

Guilhoto (2001) explica que esta abordagem metodológica é considerada pouco sofisticada por um segmento da academia. No entanto, ao olharmos as regiões brasileiras por meio deste método, conseguimos identificar a complexidade das áreas econômicas e associá-las ao uso da terra. A estimação realizada nesta pesquisa visava explorar as regiões que mais fornecem terras agrícolas e recursos originais para a produção de bens e serviços relacionados à agricultura. Haja vista que nosso objetivo além da estimação do conteúdo implícito do fator terra incorporado aos fluxos comerciais brasileiro, consistia também na análise da distribuição deste conteúdo e seus efeitos nos fluxos comerciais bilaterais inter-regionais e internacionais.

Os resultados desta análise inter-regional de insumo-produto evidenciaram empiricamente os fenômenos abordados na literatura: expansão de fronteira agrícola causada por desmatamento; trajetória de desenvolvimento econômico das regiões brasileiras; e o desenvolvimento da infraestrutura logística nos estados da região norte e centro-oeste. Pois, além de partirmos da hipótese de que intensificação do uso da terra no Brasil é causada pela expansão de atividades agrícolas e que é mais intensa em estados dependentes da produção de bens primários, onde fatores político-econômicos reforçam a hipótese que motivou este estudo.

Embora a aplicação do método de inter-regional de insumo-produto para 2011 seja uma análise estática, principalmente no que diz respeito às dinâmicas de uso e cobertura da terra, o *boom* das *commodities* antecedente a 2011 contribuiu com a construção da estrutura analisada. Em 2011 as regiões sudeste e sul ainda se constituíam como polos centrais da economia brasileira. Contudo, desde o início dos anos 2000, se pode notar que o início da descentralização econômica do país foi realizado por meio de políticas públicas direcionadas aos setores agropecuários (DELGADO, 2012; SAUER; MÉSZÁROS, 2017).

De modo geral, no Brasil a demanda por terra é regionalmente heterogênea. Historicamente, as regiões mais pobres (geralmente periféricas e mais dependentes economicamente da exploração dos recursos naturais), possuem menor poder de barganha em relação a pressão pela exploração das terras produtivas locais. Os resultados deste estudo indicaram a existência de uma pressão por uso da terra que não é homogênea espacialmente, ao mesmo tempo em que não se convertem em ganhos de valor adicionado localmente incorporado a produção e comércio.

Nesse sentido, a análise dos padrões espaciais identificados sugere que a região sudeste absorve intensivamente as exportações com conteúdo implícito de uso da terra de outras regiões. Além disso, as exportações com conteúdo implícito de uso da terra destinadas à região sudeste alcançaram maior intensidade nas regiões sul e, posteriormente, nas exportações para a região nordeste. Por outro lado, a região norte importou a menor quantidade de conteúdo de uso da terra das demais regiões, em comparação com as outras regiões do país.

As tendências de exportação e importação doméstica de conteúdo de uso da terra do sudeste em relação ao sul sugerem efeito de transbordamento de conteúdo de uso da terra. Tendo em vista que esse transbordamento ocorre da região mais desenvolvida do país para a segunda região mais desenvolvida, o conteúdo de uso da terra que circula nestas regiões se dá principalmente de forma indireta devido à demanda por insumos de estados especialistas na produção de bens primários

Em termos de encadeamentos, a análise de extração hipotética mostrou a interdependência regional em relação ao setor agrícola. Conforme observado nesta pesquisa, a distribuição de regiões-chave quanto aos encadeamentos está relacionada ao potencial econômico dessas regiões, o que se alinha aos resultados do conteúdo implícito de uso da terra incorporado aos fluxos comerciais. Ao considerarmos Silva et al (2016) e Sessa et al (2021) quanto às desigualdades econômicas regionais, as regiões-chave são predominantes nas regiões sudeste e sul, e em regiões que são consideradas polos econômicos em suas respectivas regiões: Amazonas e Pará no norte; Mato Grosso e Goiás no centro-oeste; e a Bahia no nordeste – que é uma região economicamente estratégica conectada ao sudeste. Nestas regiões as terras agrícolas são essenciais tanto para o processamento da própria produção agrícola como para a produção de insumos para outras indústrias, como a de alimentos e bebidas, têxtil e indústria de manufaturas, por exemplo.

Já nos encadeamentos setoriais, dos 67 setores brasileiros, 36 setores foram classificados como setores-chave. Nestes resultados observamos a conexão direta dos setores de logística, infraestrutura urbana e serviços públicos ao setor agrícola. O que nos remete aos estudos de Delgado (2012), Silva et al (2016), Vieira Filho e Fishlow (2017), Brandão (2019) e Vasconcelos e Matos (2019) sobre o papel do Estado na implementação de políticas de crescimento econômico e investimentos para aumentar a produtividade do setor agrícola.

Os encadeamentos intersetoriais destacam as desigualdades regionais no que diz respeito ao índice de intensidade de uso da terra incorporado aos fluxos comerciais. Estados periféricos localizados do norte, nordeste e centro-oeste apresentaram as maiores disparidades, especialmente em relação às exportações internacionais.

Embora o uso da terra seja importante para essas economias que são dependentes da exploração de recursos naturais, é potencialmente prejudicial para a formulação de políticas que buscam conter o desmatamento e o uso inadequado das terras produtivas. O descompasso entre oferta e demanda responde a maior dependência de regiões periféricas pela exploração de recursos naturais, o que torna o resultado destes índices uma fotografia econômica do uso desregular da terra destinadas à agricultura e à pecuária – como vem ocorrendo expressivamente na Amazônia e do Cerrado (MARANHÃO; et al, 2019; SOUZA; et al, 2020).

Ainda que esta análise tenha demonstrado as disparidades econômicas das regiões brasileiras, ressalta-se que é uma análise estática: aborda somente a estrutura econômica de 2011 quanto ao uso da terra. Este estudo reflete também as disparidades históricas, uma vez que a economia brasileira tem raízes agroexportadoras, o que torna o país ainda dependente da exploração econômica de recursos naturais que impulsionam a expansão de áreas para uso da terra.

É sabido que a escassez de áreas agricultáveis tem se tornado cada vez mais uma preocupação global. Por isso, os resultados desta análise quanto ao uso da terra nas regiões brasileiras contribuem com o debate a respeito da importância da realocação responsável de recursos intensivos em uso da terra ao longo das cadeias de abastecimento, por meio dos fluxos comerciais inter-regionais e internacional. Ademais, permite olhar a questão do desmatamento no país sob uma outra perspectiva, haja vista que entender o desempenho econômico do setor agrícola contribui com o uso eficiente da terra e permite a criação de políticas que minimizem as relações de dependência das regiões periféricas em relação às regiões centrais.

A análise inter-regional de matriz de insumo-produto, bem como o método de extração hipotética permitem responder uma série de questões a respeito da circulação de conteúdo de uso da terra. Isto porque os resultados deste arcabouço metodológico podem ser visualizados pelas perspectivas do desempenho regional do agronegócio quanto ao uso da terra; pela distribuição do desmatamento, que é consequência da expansão das áreas de uso da terra; e até como um retrato do desenvolvimento econômico, pois os espaços de centro e periferia no Brasil estão historicamente estratificados.

Diante disso, para pesquisas futuras, sugere-se: (a) relacionar os padrões setoriais com os padrões de uso da terra nos biomas brasileiros para averiguar se os padrões de encadeamento de um setor podem diferir de um bioma para outro; (b) discutir o desempenho produtivo do agronegócio brasileiro quanto ao uso da terra, relacionando o nível de produtividade à intensificação do uso da terra e incorporando as restrições quanto a oferta e a demanda de bens primários; (c) simular choques com os coeficientes de uso da terra já calculados para avaliação de impactos socioeconômicos; (d) utilizar a abordagem de análise de decomposição estrutural para identificar mudanças inter-regionais quanto ao uso da terra. Estas sugestões de pesquisas futuras também trazem reflexões quanto a políticas públicas, pois questões ligadas ao uso da terra auxiliam na compreensão das dinâmicas de desenvolvimento econômico.

Tendo em vista que os projetos de desenvolvimento no Brasil são iniciados pelo poder público, esta pesquisa traz a distribuição espacial do uso da terra como resultado de projetos de desenvolvimento. Embora não seja possível recuperar áreas degradadas de uso para torná-las áreas de cobertura da terra, a pesquisa traz as seguintes reflexões: a ampliação das áreas de uso da terra está contribuindo com a descentralização produtiva? Como a perspectiva econômica do uso da terra pode diminuir o desmatamento e tornar os setores mais intensivos no uso da terra mais sustentáveis? Como tornar os setores que são diretamente intensos no uso da terra mais resilientes em termos de sustentabilidade?

## REFERÊNCIAS

ALI, Y. Measuring CO2 emission linkages with the Hypothetical Extraction Method (HEM). **Ecological Indicators**, n. 74, p. 171-183, 2015.

ALVES, D. F. Teoria dos Desequilíbrios Regionais e a Hipótese de Convergência do Desenvolvimento para as Regiões Brasileiras. **Revista Estudo & Debate**, v. 27, n. 4, p. 150-167, 2020.

ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. **The world bank research observer**, v. 14, n. 1, p. 73-98, 1999.

AZEVEDO, T.; et al. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020**. MapBiomas: São Paulo, Brasil, 2021.

BARTHOLOMEU, D. B.; et al. O Protagonismo do Arco-Norte na Logística de Exportação de Grãos. **Agroanalysis**, 2022.

BEHRENS, K.; THISSE, J. F. Regional economics: a new economic geography perspective. **Regional Science and Urban Economics**, n. 37, p. 457-465, 2007.

BJELLE, E. L.; et al. Adding Country Resolution to EXIOBASE: impacts on land use embodied in trade. **Journal of Economic Structures**, v. 9, p. 1-25, 2020.

BRANDÃO, C. A. Mudanças Produtivas e Econômicas e Reconfiguração Territorial no Brasil no Início do Século XXI. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 21, n. 2, p. 258-279, 2019.

BRANDÃO, J. C.; VOGT, C. M. Os Efeitos Macroeconômicos do Superciclo de Commodities e a Influência da China na Economia Brasileira. **Revista Tempo do Mundo**, n. 24, p. 283-317, 2020.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. **Corredores Logísticos Estratégicos**. Brasília: MPTA, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/relatorio\\_corredores\\_logisticos\\_veiculos\\_v1-0.pdf](https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/relatorio_corredores_logisticos_veiculos_v1-0.pdf). Acesso em 21 mar. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Infraestrutura. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Hidrovia do Madeira**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/old/hidrovia-do-madeira>. Acesso em 11 mar. 2023.

BRESSER-PEREIRA, L. C. 40 Anos de Desindustrialização. **Jornal do Economista**, p. 1-5, 2019.

BROCK, R. C. et al. Implementing Brazil's Forest Code: a vital contribution to securing forests and conserving biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 30, n. 6, p. 1621-1635, 2021.

CABRAL, J. A.; PEROBELLI, F. S. Análise de Decomposição Estrutural para o Setor de Saúde Brasileiro – 2000-2005. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 42, n. 3, p. 363-402, 2012.

CAI, B.; et al. Tension of Agricultural Land and Water Use in China's Trade: tele-connections, hidden drivers and potential solutions. *Environmental Science & Technology*, v. 54, n. 9, p. 5365-5375, 2020.

CASELLA, B.; et al. Improving the Analysis of Global Value Chains: the UNCTAD-Eora Database. **Transnational Corporations**, v. 26, n. 3, p. 115-142, 2019.

CELLA, G. The Input-Output Measurement of Interindustry Linkages: a reply. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, n. 48, p. 379-84, 1986.

CHENG, M.; et al. Tele-Connection of Global Agricultural Land Network: incorporating complex network approach with multi-regional input-output analysis. **Land Use Policy**, n. 125, p. 01-16, 2023.

CUDLÍNOVA, E.; et al. New Forms of Land Grabbing Due to the Bioeconomy: the case of Brazil. **Sustainability**, v. 12, n. 3395, p. 1-15, 2020.

DELGADO, G. C. **Do Capital Financeiro na Agricultura à Economia do Agronegócio: mudanças cíclicas em meio século (1965-2012)**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

DIETZENBACHER, E. The measurement of interindustry linkages: key sectors in the Netherlands. **Economic Modelling**, v. 9, n. 4, p. 419-437, 1992.

\_\_\_\_\_. In Vindication of the Ghosh Model: a Reinterpretation as a Price Model. **Journal of Regional Science**, n. 37, p. 629-651, 1997.

DIETZENBACHER, E.; et al. Hypothetical extractions from a global perspective. **Economic Systems Research**, v. 31, n. 4, p. 505-519, 2019.

ESCHER, F.; WILKINSON, J. A Economia Política do Complexo Soja-Carne Brasil-China. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 4, p. 656-678, 2019.

FARIAS, G. M.; ZAMBERLAN, C. O. Expansão da Fronteira Agrícola: impacto das políticas de desenvolvimento regional no Centro-Oeste brasileiro. **RBPD – Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 2, n. 2, p. 58-68, 2013.

FAO. A Framework for Land Evaluation. **FAO Soils Bulletin**, n. 32, 1976. Disponível em: <https://www.fao.org/3/x5310e/x5310e00.htm>. Acesso em 19 mai. 2023.

FLEXOR, G.; LEITE, S. P. Land Market and Land Grabbing in Brazil During the Commodity Boom of the 2000s. **Contexto Internacional**, v. 39, n. 2, p. 393-420, 2017.

FRANCO-SOLÍS, A.; MONTAÑA, C. V. Dynamics of Deforestation Worldwide: a structural decomposition analysis of agricultural land use in South America. **Land Use Policy**, n. 109, p. 1-10, 2021.

GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. A nova geografia da agropecuária brasileira e os desafios logísticos. **Confins**, n. 50, 2021.

GÁSPAR, J. New Economic Geography: history and debate. **FEP Working Papers**, n. 580, p. 1-26, 2016.

GHOSH, A. Input-Output Approach in na Allocation System. **Economica**, v. 25, n. 97, p. 58-64.

GUILHOTO, J. Leontief e Insumo-Produto: antecedentes, princípios e evolução. **Série Seminário. Departamento de Economia, Administração e Sociologia. ESALQ-USP**, n. 15, p. 1-43, 2001.

HADDAD, E. A.; et al. Matriz Interestadual de Insumo-Produto para o Brasil: Uma Aplicação do Método IIOAS. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, v. 11, n. 4, p. 424-446, 2017.

HADDAD, E. A.; et al. Water content in trade: a regional analysis for Morocco. **Economic Systems Research**, v. 32, n. 4, p. 565-584, 2020.

HEWINGS, G. J. D.; OOSTERHAVEN, J. Interregional input-output modeling: spillover effects, feedback loops and intra-industry trade. In C. Karlsson, M. Andersson, & T. Norman (orgs.). **Handbook of research methods and applications in economic geography**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, p. 369-390. 2015.

HOANG, N. T.; KANEMOTO, K. Mapping the deforestation footprint of nations reveals growing threat to tropical forests. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5, n. 6, p. 845-853, 2021.

HORSTH, T. A.; et al. Medidas institucionais e econômicas do PAC: a recriação da Sudam e da Sudene e o desenvolvimento regional. **Latin American Research Review**, v.56, n. 1, p. 98-112, 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil: 2018/2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SCR – Sistema de Contas Regionais: PIB pela ótica da produção (2010-2020)**. Brasil: IBGE, 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?=&t=resultados>. Acesso em 19 mar. 2023.

KRUGMAN, P. Increasing Returns and Economic Geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 3, p. 483-499, 1991.

\_\_\_\_\_. **Development, Geography, and Economic Theory**. Londres: The MIT Press, 1998.

LENZEN, M.; et al. Mapping the Structure of the World Economy. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 15, p. 8374–8381, 2012.

LENZEN, M.; et al. Building Eora: A Global Multi-regional Input-Output Database at High Country and Sector Resolution. **Economic Systems Research**, v. 25, n. 1, p. 20-49, 2013.

LIMA, J. E. D.; BANACLOCHE, S. **Economic Analysis Based on Input-Output Tables: definitions, indicators, and applications for Latin America**. Santiago: United Nations, 2022.

LOVERING; J.; et al. Land-Use Intensity of Electricity Production and Tomorrow's Energy Landscape. **PLoS ONE**, v. 17, n. 7, p. 1-17, 2022.

MANZI, R. H. D. O Fim do Superciclo das Commodities Internacionais e seus Reflexos na Economia Brasileira. **Conjuntura Internacional**, v. 13, n. 1, p. 36-43, 2016.

MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Brasil - Coleção 6**, 2021. Disponível em: [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact\\_Sheet\\_Coleção\\_6\\_Agosto\\_2021\\_27082021\\_OK\\_ALTA.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_Coleção_6_Agosto_2021_27082021_OK_ALTA.pdf). Acesso em 07 mar. 2023.

MARANHÃO, R. L. A.; et al. The Spatiotemporal Dynamics of Soybean and Cattle Production in Brazil. **Sustainability**, v. 11, n. 7, p. 2150, 2019.

MELO, L. M. C.; SIMÕES, R. Desigualdade Econômica Regional e Spillovers Espaciais: evidências para o Nordeste do Brasil. **Documentos Técnicos-Científicos**, v. 42, n. 1, p. 9-24, 2011.

MENG, B.; et al. Measuring China's domestic production networks through trade in value-added perspectives. **Economic Systems Research**, v. 29, n. 1, p. 48-65, 2017.

MESNARD, L. D. About the reinterpretation of the Ghosh model as a price model. **LATEC, Laboratoire d'Analyse et des Techniques Economiques**, 2001.

MEYER, W. B.; TURNER, B. Land-use/land-cover change: challenges for geographers. **GeoJournal**, n. 39, p. 237–240, 1996.

MEYFROIDT, P.; et al. Multiple Pathways of Commodity Crop Expansion in Tropical Forest Landscapes. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 074012, p. 1-13, 2014.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: foundations and extensions**. Nova York: Cambridge University Press, 2009.

MORAN, D. D.; et al. Trading Spaces: calculating embodied Ecological Footprints in international trade using a Product Land Use Matrix (PLUM). **Ecological Economics**, n. 68, p. 1938-1951, 2009.

PACHECO, P.; et al. **Deforestation fronts: Drivers and responses in a changing world**. Gland, Suíça: WWF, 2021.

PENDRILL, F.; et al. Deforestation displaced: trade in forest-risk commodities and the prospects for a global forest transition. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 5, p. 055003, 2019.

PEROBELLI, F. S.; et al. Estrutura de Interdependência Inter-Regional no Brasil: uma análise espacial de insumo-produto para os anos de 1996 e 2002. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 40, n. 2, p. 281-325, 2010.

PFEIFER, L. F. M.; et al. Caracterização da Pecuária em Rondônia. In: SALMAN, A. K. D.; et al. **Avanços da Pecuária na Amazônia: pesquisas em desenvolvimento regional em Rondônia**. Porto Velho: EDUFRO, 2021.

POCHMANN, M. SILVA, L. C. Concentração Espacial da Produção e Desigualdades Sociais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 22, p. 1-25, 2020.

RADWAN, T. M.; et al. Global land cover trajectories and transitions. **Scientific Report**, v. 11, n. 12814, p. 1-16, 2021.

RAJÃO, R.; et al. The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science**, v. 369, n. 6501, p. 246-248, 2020.

RICHARDS, P. D.; et al. Spatially Complex Land Change: The Indirect effect of Brazil's agricultural sector on land use in Amazonia. **Glob Environ Change**, v. 1, n. 29, p. 1-9, 2014.

SANGUINET, E. R. Regional Inequality and CO2 Emissions Based Trade Across Value Chains Networks: a multiscale analysis from Brazilian states, *Regional Studies*, *Regional Science*, v.9, n. 1, p. 135-148, 2022.

SANGUINET, E. R.; et al. Resource-Based Industries and CO2 Emissions Embedded in Value Chains: A Regional Analysis for Selected Countries in Latin America. **Atmosphere**, v. 13, n. 6, p. 856, 2022.

SAUER, S.; MÉSZÁROS, G. The political economy of land struggle in Brazil under Workers' Party governments. **Journal of Agrarian Change**, n. 17, p. 397-414, 2017.

SESSA, C. B.; et al. O ciclo das commodities e o crescimento regional desigual no Brasil entre 2005 e 2014: uma aplicação de equilíbrio geral computável. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 51, n. 3, p. 117-162, 2021.

SILVA, R. G. C. Globalização, Agricultura e a Formação do Meio Técnico-Científico-Informacional em Rondônia. **ACTA Geográfica**, v. 7, n. 15, p. 69-83, 2013.

- SILVA, R. R.; BACHA, C. J. C. Acessibilidade e aglomerações na Região Norte do Brasil sob o enfoque da Nova Geografia Econômica. **Nova Economia**, v. 24, n. 1, p. 169-190, 2014.
- SILVA, G. J. C. D.; et al. Investimentos em Infraestrutura de transportes e desigualdades regionais no Brasil: uma análise dos impactos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). **Revista de Economia Política**, v. 36, n. 4, p. 840-863, 2016.
- SILVA, A. S. et al. A Viabilidade do Corredor Arco Norte: revisão de literatura e perspectivas de pesquisas no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 10, p. 66224-66247, 2022.
- SILVEIRA, J. G. D.; et al. Land Use, Land Cover Change and Sustainable Intensification of Agriculture and Livestock in the Amazon and Atlantic Forest in Brazil. **Sustainability**, v. 14, n. 2563, p. 1-23, 2022.
- SOUZA, C.; et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 2735, p. 1-27, 2020.
- SUZIGAN, W. Aglomerações Industriais como Focos de Políticas. **Revista de Economia Política**, v. 21, n. 3, p. 393-406, 2001.
- TURNER, K.; et al. An integrated IO and CGE approach to analysing changes in environmental trade balances. **Papers in regional Science**, v. 91, n. 1, p. 161-180, 2012.
- VASCONCELOS, H. M. V.; MATOS, E. N. A Expressão Regional da Desindustrialização no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 24386-24414, 2019.
- VELÁSTEGUI-MONTOYA, A.; et al. Land Use and Land Cover in Tropical Forest: global research. **Forests**, v. 13, n. 1709, p. 1-36, 2022.
- VERHEYE, W. Land cover, land use and the global change. In.: VERHEYE, W. (ed.). **Land use, land cover and soil sciences**. Oxford, UK: UNESCO-EOLSS Publishers, 2006.
- VIEIRA FILHO, J. E. R. Expansão da Fronteira Agrícola no Brasil: desafios e perspectivas. **Texto para Discussão**, IPEA, 2016.
- VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e Indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: IPEA, 2017.
- ZHAO, Y.; ZHANG, Z.; WANG, S.; ZHANG, Y.; LIU, Y. Linkage Analysis of Sectoral CO<sub>2</sub> Emissions Based on the Hypothetical Extraction Method in South Africa. **Journal of Cleaner Production**, n. 103, p. 916-924, 2015.

## ANEXOS

## ANEXO A – Regiões e Unidades Federativas Brasileiras

<b>Região</b>	<b>Unidades Federativas Brasileiras</b>	<b>Sigla</b>
Norte	Rondônia Acre Amazonas Roraima Pará Amapá Tocantins	RO AC AM RR PA AP TO
Nordeste	Maranhão Piauí Ceará Rio Grande do Norte Paraíba Pernambuco Alagoas Sergipe Bahia	MA PI CE RN PB PE AL SE BA
Sudeste	Minas Gerais Espírito Santo Rio de Janeiro São Paulo	MG ES RJ SP
Sul	Paraná Santa Catarina Rio Grande do Sul	PR SC RS
Centro-Oeste	Mato Grosso do Sul Mato Grosso Goiás Distrito Federal	MS MT GO DF

Fonte: Adaptação de Haddad et al (2017).

## ANEXO B – Compatibilidade Setorial e Coeficientes Setoriais de Uso da Terra - 2011

Setores Brasileiros		Compatibilidade EORA	Coefficiente de Uso da Terra
S1	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Agricultura e Florestamento	0,128997
S2	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Pastoreio e pesca	0,160286
S3	Produção florestal; pesca e aquicultura	Pastoreio e pesca	0,637363
S4	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	Minério de ferro	0,275877
S5	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	Outros minerais e minérios	0,025634
S6	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	Outros minerais e minérios	0,05285
S7	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	Outros minerais e minérios	0,386668
S8	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	Alimentos e bebidas	0,335446
S9	Fabricação e refino de açúcar	Alimentos e bebidas	0,985641
S10	Outros produtos alimentares	Alimentos e bebidas	0,321139
S11	Fabricação de bebidas	Alimentos e bebidas	0,966762
S12	Fabricação de produtos do fumo	Produtos de tabaco	0,169437
S13	Fabricação de produtos têxteis	Têxteis	0,178913
S14	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	Roupas	0,127721
S15	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Couro e calçado	0,143895
S16	Fabricação de produtos da madeira	Produtos de madeira, exceto móveis	0,164428
S17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Celulose e produtos de papel	0,134309
S18	Impressão e reprodução de gravações	Jornais, revistas e publicações eletrônicas	0,365674
S19	Refino de petróleo e coquerias	Refino de petróleo e produtos de coque	0,112709
S20	Fabricação de biocombustíveis	Álcool	0,152796
S21	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	Produtos químicos	0,140258
S22	Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	Pesticidas	0,063115
S23	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	Sabonetes e detergentes	0,211001
S24	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Produtos farmacêuticos	0,190848
S25	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Produtos de borracha e plástico	0,142246
S26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Outros produtos minerais não metálicos	0,088509
S27	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Fabricação de aço e ligas de aço	0,156875
S28	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	Metais não ferrosos	0,167655
S29	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Produtos de metal fabricados, exceto máquinas e equipamentos	0,136984

S30	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Equipamento de escritório	0,060092
S31	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Máquinas e materiais elétricos	0,137936
S32	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Máquinas e equipamentos, incluindo manutenção	0,153812
S33	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Caminhões e ônibus	0,021161
S34	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Peças de veículos	0,127775
S35	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Outro equipamento de transporte	0,173006
S36	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Móveis e outras manufaturas	0,149746
S37	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Manutenção e reparo	0,119789
S38	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Serviços de eletricidade, gás, água, esgoto e drenagem	0,166651
S39	Água, esgoto e gestão de resíduos	Serviços de eletricidade, gás, água, esgoto e drenagem	0,584807
S40	Construção	Construção	0,077048
S41	Comércio por atacado e a varejo	Comércio por atacado e varejo	0,064973
S42	Transporte terrestre	Veículos de passageiros e utilitários leves	0,058519
S43	Transporte aquaviário	Transporte e serviços postais	3,047711
S44	Transporte aéreo	Transporte e serviços postais	1,272488
S45	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	Transporte e serviços postais	0,457386
S46	Alojamento	Hotéis e restaurantes	1,013356
S47	Alimentação	Hotéis e restaurantes	0,115332
S48	Edição e edição integrada à impressão	Jornais, revistas e publicações eletrônicas	0,309363
S49	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	Serviços de informação	0,941669
S50	Telecomunicações	Serviços de informação	0,204519
S51	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	Serviços de informação	0,362643
S52	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	Serviços de informação	0,074597
S53	Atividades imobiliárias	Serviços imobiliários e contratação	0,114959
S54	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	Serviços prestados às empresas	0,2599
S55	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	Outros serviços	0,402169
S56	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	Serviços de informação	0,441044
S57	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	Outros serviços	0,717332
S58	Outras atividades administrativas e serviços complementares	Serviços prestados às empresas	0,226377

S59	Atividades de vigilância, segurança e investigação	Serviços prestados às empresas	1,304911
S60	Administração pública, defesa e seguridade social	Administração pública e segurança social	0,1243
S61	Educação pública	Educação pública	0,093831
S62	Educação privada	Educação privada	0,13225
S63	Saúde pública	Serviços públicos de saúde	0,107163
S64	Saúde privada	Serviços privados de saúde	0,114212
S65	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	Outros serviços	0,910619
S66	Organizações associativas e outros serviços pessoais	Outros serviços	0,203598
S67	Serviços domésticos	Outros serviços	0,506236

Fonte: Adaptação de Sanguinet (2022).

**ANEXO C – Participação percentual estadual no PIB, VAB total e no VAB dos setores agropecuários da Agricultura, Pecuária e Produção Florestal, Pesca e Aquicultura em 2011**

UFs		PIB	VAB Total	VAB Agricultura, inclusive apoio à agricultura	VAB Pecuária, inclusive apoio à pecuária	VAB Produção Florestal, Pesca e Aquicultura
Norte	RO	0,6%	0,7%	0,4%	4,0%	0,5%
	AC	0,2%	0,2%	0,3%	0,8%	0,5%
	AM	1,6%	1,6%	1,8%	1,0%	9,4%
	RR	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%
	PA	2,3%	2,4%	3,8%	5,1%	10,4%
	AP	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,6%
	TO	0,4%	0,4%	0,9%	2,0%	0,4%
Nordeste	MA	1,2%	1,2%	2,5%	2,9%	3,8%
	PI	0,6%	0,6%	1,1%	0,9%	0,9%
	CE	2,0%	2,1%	2,8%	2,5%	2,7%
	RN	0,9%	1,0%	0,4%	0,9%	2,2%
	PB	0,8%	0,9%	0,7%	1,5%	1,1%
	PE	2,5%	2,5%	2,1%	3,0%	0,6%
	AL	0,7%	0,8%	2,4%	0,6%	-1,1%
	SE	0,7%	0,7%	0,8%	0,6%	0,3%
	BA	3,8%	3,9%	6,6%	6,0%	4,3%
Sudeste	MG	9,1%	9,4%	12,4%	11,2%	17,2%
	ES	2,4%	2,3%	1,8%	1,4%	0,5%
	RJ	11,7%	11,7%	0,9%	1,4%	1,5%
	SP	32,8%	31,8%	15,0%	6,7%	8,4%
Sul	PR	5,9%	5,9%	11,8%	9,2%	9,0%
	SC	4,0%	3,9%	3,4%	6,4%	9,7%
	RS	6,1%	6,1%	10,6%	9,2%	7,0%
Centro-Oeste	MS	1,3%	1,3%	3,5%	6,1%	6,6%
	MT	1,6%	1,7%	8,1%	6,5%	2,4%
	GO	2,8%	2,8%	5,5%	9,7%	0,8%
	DF	3,5%	3,5%	0,4%	0,2%	0,1%

Fonte: Adaptação de IBGE (2022b).



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Av. Ipiranga, 6681 – Prédio 1 – Térreo  
Porto Alegre – RS – Brasil  
Fone: (51) 3320-3513  
E-mail: [propesq@pucrs.br](mailto:propesq@pucrs.br)  
Site: [www.pucrs.br](http://www.pucrs.br)