

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRE GONSALVES GUIMARÃES

PARCERIA COMERCIAL BRASIL-CHINA: UMA ANÁLISE INSUMO PRODUTO

CURITIBA

2024

ANDRE GONSALVES GUIMARÃES

PARCERIA COMERCIAL BRASIL-CHINA: UMA ANÁLISE INSUMO PRODUTO

Monografia apresentada ao Departamento de Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharelado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof^o Dr.Marcos Minoru Hasegawa

CURITIBA

2024

TERMO DE APROVAÇÃO

ANDRE GONSALVES GUIMARÃES

PARCERIA COMERCIAL BRASIL-CHINA: UMA ANÁLISE INSUMO PRODUTO

Monografia apresentada ao Departamento de Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharelado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Prof^º Dr. Marcos Minoru Hasegawa
Orientador

Prof. Dr. Maurício Vaz Lobo Bittencourt
UFPR

Prof.^a Dr.^a Terciane Sabadini Carvalho
UFPR

Curitiba, 02 de Agosto de 2024.

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à minha família pelo grande apoio ao longo destes anos de graduação, ao meu professor orientador Marcos Minoru Hasegawa, pelas orientações e condução deste trabalho de monografia; aos professores Maurício Vaz Lobo Bittencourt e Terciane Sabadini Carvalho por aceitarem fazer parte da minha banca de avaliação; aos professores Vinícius de Almeida Vale, e Emílio Eiji Kavamura (pela assistência técnica no LaTeX!), aos amigos que fiz e a todos que me ajudaram direta e indiretamente nesta jornada.

RESUMO

Brasil e China vêm estreitando sua parceria comercial ao longo dos anos. Os dois países passaram por mudanças econômicas e institucionais nas últimas décadas, despontando como potências emergentes, vindo a constituir um bloco comercial das mais importantes economias em desenvolvimento do mundo – o BRICS. A China evoluiu sua indústria assim como seu sistema produtivo de tal maneira que acabou por auferir-lhe o posto de segunda maior economia mundial, atrás dos Estados Unidos, e o Brasil acabou se estabelecendo entre as quinze maiores economias, como resultado de sua abertura comercial e políticas macroeconômicas. A literatura é bastante ampla sobre este laço bilateral, e neste trabalho busca-se apresentar uma visão integrada das duas economias, por meio de uma análise insumo-produto, direcionando o escopo de pesquisa às interações setoriais do setor agropecuário, tido como motor da produção brasileira e responsável por exportações crescentes de grãos, sendo a soja o seu principal produto, amplamente demandado internacionalmente e em especial pelo mercado chinês. Também é realizado um estudo com caráter ambiental, a respeito das emissões de CO₂ geradas pelo país asiático (que é conhecido pela sua contribuição para o problema climático) através do método Leontief-Miyazawa, a fim de avaliar a sua parcela pelo seu comércio com o Brasil, sem deixar de destacar outros resultados relevantes encontrados dentro deste estudo.

Palavras-chaves: modelo insumo-produto; setor agropecuário; impactos setoriais; multiplicadores Miyazawa; emissões de CO₂; análises inter-regionais; comércio Brasil-China .

ABSTRACT

Brazil and China have been strengthening their trade partnership over the years. Both countries have undergone economic and institutional changes in recent decades, rising as emerging powers, leading to the creation of a commercial bloc of the world's most important developing economies - BRIC. China has evolved its industry as well as its production system in such a way that it has ended up becoming the world's second-largest economy, behind the United States, and Brazil has established itself among the fifteen largest economies, due to its trade openness and macroeconomic policies. The literature is quite extensive on this bilateral bond, and this paper aims to present an integrated view of the two economies, through an input-output analysis, focusing the research scope on the sectoral interactions of the agricultural sector, considered the engine of Brazilian production and responsible for growing grain exports, with soybeans being its main product, widely demanded internationally and especially by the Chinese market. An environmental study was also conducted regarding CO₂ emissions generated by the Asian country (which is known for its contribution to the climate change) using the Leontief-Miyazawa method, in order to assess its share through its trade with Brazil, without failing to highlight other relevant results found within this study.

Key-words: input-output model; agricultural sector; sectoral impacts; Miyazawa multipliers; CO₂ emissions; interregional analyses; Brazil-China trade.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASIL - CHINA	16
FIGURA 2 – PRINCIPAIS EXPORTAÇÕES BRASIL - CHINA, 2000 A 2023 . .	18
FIGURA 3 – ÍNDICES HIRSCHMANN-RASMUSSEN, BRASIL	43
FIGURA 4 – ÍNDICES HIRSCHMANN-RASMUSSEN, CHINA	43
FIGURA 5 – CAMPO DE INFLUÊNCIA BRASIL- CHINA	47
FIGURA 6 – MULTIPLICADORES DO SETOR PRIMÁRIO - BRASIL	49
FIGURA 7 – MULTIPLICADORES DO SETOR INDUSTRIAL - BRASIL	50
FIGURA 8 – MULTIPLICADORES DO SETOR DE SERVIÇOS - BRASIL . . .	50
FIGURA 9 – MULTIPLICADORES DO SETOR PRIMÁRIO - BRASIL	52
FIGURA 10 – MULTIPLICADORES DO SETOR INDUSTRIAL - BRASIL	52
FIGURA 11 – MULTIPLICADORES DO SETOR DE SERVIÇOS - BRASIL . . .	52

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – SETORES ECONÔMICOS	40
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ÍNDICES DE LIGAÇÃO H-R E SETORES-CHAVE - 10 IMPORTANTES	42
TABELA 2 – ÍNDICES DE LIGAÇÃO H-R E SETORES-CHAVE - BRASIL . . .	42
TABELA 3 – ÍNDICES DE PUROS DE LIGAÇÃO NORMALIZADOS - DESTAQUES	45
TABELA 4 – ÍNDICES DE PUROS DE LIGAÇÃO NORMALIZADOS - BRASIL	45
TABELA 5 – COEF. DE INTENSIDADE DE EMISSÕES DE CO ₂ - 10 PRINCIPAIS	48
TABELA 6 – Índices Puros de Ligação Normalizados	65
TABELA 7 – Índices de Ligação H-R	68
TABELA 8 – COEF. INTENS. EMISSÕES DE CO ₂	72
TABELA 9 – Setores Indutores de Poluição - A	75
TABELA 10 – Setores Indutores de Poluição - B	77

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	COMÉRCIO INTERNACIONAL E EMISSÕES	13
2.2	A PARCERIA COMERCIAL BRASIL-CHINA	16
2.3	ANÁLISE ESTRUTURAL DOS SETORES PRODUTIVOS	21
2.3.1	Aplicações ambientais	25
3	METODOLOGIA	27
3.1	TIPO DA PESQUISA	27
3.2	MODELO INSUMO-PRODUTO INTERREGIONAL	27
3.2.1	Modelo Básico de Insumo-Produto	27
3.2.2	Modelo Insumo-Produto para Duas Regiões	29
3.3	COEFICIENTE DE EMISSÕES	30
3.4	MULTIPLICADORES MIYAZAWA	31
3.5	ÍNDICES DE LIGAÇÃO HIRSCHMANN-RASMUSSEN	34
3.6	ÍNDICES DE LIGAÇÃO PUROS	35
3.7	CAMPO DE INFLUÊNCIA	36
3.8	APLICAÇÃO METODOLÓGICA	37
3.9	BASE DE DADOS	38
4	RESULTADOS	41
4.1	ÍNDICES DE LIGAÇÃO HIRSCHMANN-RASMUSSEN	41
4.2	ÍNDICES PUROS DE LIGAÇÃO	44
4.3	CAMPO DE INFLUÊNCIA	46
4.4	COEFICIENTES DE INTENSIDADE DE EMISSÕES	48
4.5	MÉTODO LEONTIEF-MIYAZAWA - MULTIPLICADORES MIYAZAWA	48
4.5.1	Requerimentos Diretos de Insumo	48
4.5.2	Requerimentos Indiretos de Insumo	49
4.5.3	Propagação Interna de Brasil e China	50
4.5.4	Propagação Interna e Externa	51
4.5.5	Análise Miyazawa para o setor agropecuário brasileiro	51
5	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE 1 – TABELAS CONSOLIDADAS - BRASIL E CHINA	65

1 INTRODUÇÃO

As relações comerciais entre Brasil e China vêm recebendo destaque e percebidas com relevante importância dentro do comércio internacional. O estreitamento deste laço bilateral segue uma tendência de crescimento desde a década de 1990, em consequência da abertura do Brasil para o mercado internacional na época e também das reformas econômicas aplicadas no mesmo período na China, levando ao seu fortalecimento ao longo dos anos (VILLELA, 2004).

O crescente nível de exportações de produtos brasileiros de origem primária em sua maioria, direcionados ao mercado chinês, têm sido o fator contribuinte para o estabelecimento do país asiático como o principal parceiro comercial do Brasil, sendo esta posição assegurada pelo fato de ser o destino de grande parte das exportações brasileiras no ano de 2023, no valor de US\$ 105,75 bilhões – valor superior ao de 2022, um aumento de 16,5% na comparação; para outros parceiros, o aumento foi de 8,9%, em US\$ 16,72 bilhões para a Argentina, e redução para Estados Unidos de 1,5% e para a União Europeia de 9,1% (MDIC, 2024)¹. Os produtos de maior destaque foram os do setor agropecuário, sendo a soja o produto e outras commodities como minério de ferro e óleos derivados do petróleo; já as principais exportações chinesas para o Brasil são caracterizadas por diversos produtos industrializados, como equipamentos e outros bens de alto valor agregado.

O presente trabalho procura apresentar uma análise insumo-produto inter-regional da relação comercial Brasil-China, e se possível, contribuir com a literatura existente sobre o tema. Inclui-se aqui o fator poluição, referente às emissões de CO₂, atribuído ao setor produtivo chinês no comércio com o Brasil, por conta da responsabilidade do país asiático em relação ao meio ambiente. A análise é aplicada ao setor agropecuário brasileiro, responsável por exportações crescentes de soja, principalmente, para o mercado chinês, e por assumir uma posição de significância na economia brasileira.

Os objetivos gerais do presente trabalho são: investigar a relevância do setor agropecuário dentro da relação comercial Brasil-China resultante de sua produção e interação com os demais setores e, para uma análise mais robusta, identificar montantes de poluição gerados pela economia chinesa decorrentes do comércio com o Brasil, e se suas de emissões de dióxido de carbono (CO₂) se apresentam de forma expressiva, com foco no setor agropecuário.

¹ Segundo o Ministério de Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, foi a primeira vez na história do comércio exterior brasileiro que as exportações para um único parceiro comercial ficaram acima dos US\$ 100 bilhões.

Para a sua concretização, fazem-se necessários os seguintes objetivos específicos: detectar o impacto da produção agropecuária total do Brasil sobre a economia sino-brasileira, assim como o impacto da produção do resto desta economia sobre o setor; identificar relações setoriais mais importantes na produção dentro desta economia, e verificar se o setor agropecuário brasileiro é sensível às demais mudanças técnicas, ou seja, do coeficiente direto de outros setores; quantificar as emissões de CO₂ presentes na estrutura de produção chinesa na sua interação comercial com o Brasil pelas suas exportações, observando o setor agropecuário, demandante de insumos do país asiático, dentro de uma matriz representando a economia bilateral sino-brasileira, através de decomposições dos multiplicadores para os grandes setores econômicos (primário, indústria e serviços). A matriz a ser utilizada foi elaborada utilizando a matriz insumo-produto mundial disponibilizada pela WIOD (*World Input-Output Database*) com dados de 2014, publicados no final de 2016.

O instrumental adotado para alcançar os objetivos acima propostos é a teoria de Insumo-Produto, desdobrada nas análises de Índices de Ligação Hirschmann-Rasmussen, Índices puros de Ligação, Campo de Influência e do método Leontief-Miyazawa.

De forma a concretizar os objetivos propostos, este trabalho é composto por esta introdução, seguida pela revisão de literatura abordando estudos sobre comércio internacional e emissões de GEE (gases do efeito estufa), a parceria comercial Brasil-China e análises setoriais e de impacto; pela metodologia citada, com informações sobre a base de dados; pelos resultados e conclusões, finalizando com um capítulo de apêndice com tabelas completas e consolidadas dos dois países, conforme os métodos adotados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Brasil e China vêm fortalecendo suas relações de maneira contínua, seja por fluxos de comércio ou por fluxos de investimentos. A China consolidou-se como uma potência emergente de grande relevância, graças à sua rápida industrialização enfatizando que, no início do século XXI, o crescimento acelerado de sua economia é destaque, assim como sua resiliência à crise do *subprime* em 2008, a qual afetou criticamente grande parte da economia mundial (HIRATUKA; SARTI, 2016). Sua indústria manufatureira ocupa grande espaço dentro do mercado consumidor brasileiro, e em contrapartida, o Brasil também é beneficiado de um considerável crescimento em suas exportações, contemplando bens em sua maioria de origem primária, e tendo como um dos principais destinos o mercado da nação asiática.

A respeito das emissões de CO₂ por conta do comércio internacional, o tema é recorrente na literatura, dada a sua relação evidenciada empiricamente por diversos autores. O estudo deste fato econômico se deu a partir do desenvolvimento de aplicações insumo-produto para análise de impactos ambientais, como por exemplo o trabalho do economista Wassily Leontief no qual é proposto o uso de um modelo conhecido como EEIOA (do inglês *environmentally extended input-output analysis*). Dentro dele, é construída uma matriz inversa de Leontief que mensura a poluição gerada por dois setores, o setor de manufaturas e o setor agrícola (LEONTIEF, 1970).

O presente capítulo visa expor estudos relacionados a implicações ambientais decorrentes do comércio internacional, algumas abordagens para a relação econômica entre Brasil e China, e estudos envolvendo interações setoriais que vão de encontro aos objetivos deste trabalho. A seguir, três seções são apresentadas para tal: Comércio Internacional e Emissões; a parceria comercial Brasil-China e Análise estrutural dos setores produtivos, incluindo discussões sobre aplicações ambientais, de forma adicional.

2.1 COMÉRCIO INTERNACIONAL E EMISSÕES

Com o volume de comércio internacional cada vez mais intenso ao longo dos anos, diversos estudos, acordos e conferências se direcionam a identificar e mitigar a externalidade mais debatida de forma unânime – a que se refere às emissões de GEE que têm contribuído para o agravamento da situação climática no planeta. Acordos como o protocolo de Kyoto em 1997 e o acordo de Paris em 2015 estabeleceram metas para a redução de emissões de CO₂, a serem cumpridas principalmente pelas nações mais industrializadas. Recentemente, a literatura busca mensurar a poluição

incorporada em fluxos comerciais.

Munksgaard e Pedersen (2001) investigaram a responsabilidade pelas emissões de CO₂, através da observação dos dados de consumo e de produção, para a Dinamarca. É utilizado um modelo insumo-produto para estimar a poluição por CO₂ pelas óticas da produção e do consumo. Pela ótica da produção é compreendida o quanto de emissões é gerado considerando as exportações. O mesmo procedimento é aplicado para a ótica do consumo, analogamente, considerando as importações.

O resultado apresentado para o ano de 1994 é que os setores produtivos dinamarqueses, especialmente os ligados à geração de energia, geram mais poluição em comparação com o consumo interno, contemplando as importações¹, ou seja, exportações geraram mais poluição do que as importações, o que torna difícil o alcance de metas de redução de gases poluentes. Conclui-se então que as emissões são altamente incorporadas no comércio exterior do país escandinavo.

Outro trabalho que analisa emissões de CO₂ incorporadas ao comércio internacional é o elaborado por Yamano e Guilhoto (2020), no qual são estimadas emissões de carbono atreladas ao comércio exterior e à demanda final de 65 países em um período de dez anos, de 2005 a 2015, utilizando a matriz insumo-produto internacional da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) e dados da Agência de Energia Internacional (IEA) para emissões de CO₂. O método empregado no trabalho é similar ao cálculo utilizado com vetores de emissão baseados na produção e consumo e multiplicadores das tabelas de ICIO (*Inter-Country Input-Output*) de membros da OCDE².

Os resultados observados para o período analisado foram reduções nas emissões de CO₂, considerando a produção de países integrantes da OCDE, assim como as emissões geradas pelo seu consumo. No entanto, em comparação com os países não-integrantes, os níveis de emissões aumentaram tanto para o consumo como para a produção. O maior emissor entre os países fora da organização estudada é a China, seguida de Índia e Rússia.

Similarmente, Du et al.(2011) realizaram um estudo com a finalidade de obter uma visão mais robusta das emissões de CO₂ incorporadas ao comércio bilateral China-EUA. Para isso, é utilizada como metodologia uma análise de decomposição estrutural, dentro do modelo insumo-produto, e assim analisar os fatores responsáveis por alterações nas emissões geradas pelas exportações chinesas para o mercado consumidor dos EUA, para o período de 2002 a 2007. Foram estabelecidas equações que incorporam emissões de CO₂ dentro do processo produtivo, e assim elaborar a

¹ Segundo Munksgaard e Pedersen, a conclusão é de um deficit no balanço comercial, referente às emissões de CO₂. As exportações dinamarquesas geram mais poluição do que as importações.

² Para maiores detalhes sobre a metodologia usada no trabalho, verificar Yamano e Guilhoto (2020).

decomposição.

Como resultado, as emissões de CO₂ aumentaram de 2002 a 2005, mas tiveram queda em 2005 a 2007. A redução se deu por conta da queda da intensidade de emissões, da queda da taxa de câmbio e baixas importações incorporadas com emissões. Adicionalmente, a decomposição estrutural realizada apresentou como resultados que o volume das exportações é caracterizado como fator de maior relevância para o aumento das emissões no período. Conclui-se que a China possui responsabilidade pelas emissões, e precisa estabelecer padrões de eficiência a fim de mitigar suas emissões.

Zhang et al.(2019) investigam de forma similar o mesmo problema para as relações comerciais dentro do bloco BRICS, mas com uma abordagem integrada com análise energética, pegadas de carbono e fluxos de valor adicionado. O estudo é aplicado para as interações comerciais dentro e fora do grupo BRICS. A metodologia empregada é o modelo estendido multirregional, para análises ambientais, contemplando o cálculo do coeficiente de emissões por unidade de valor adicionado do país r para o país s , $CV A^{rs}$, e do coeficiente de energia incorporado por unidade de valor adicionado exportado do país r para o país s .

Como resultados, constata-se que o bloco têm contribuído para o aumento das emissões globais, ao apresentar exportações líquidas incorporadas a emissões de CO₂; também é verificado que os fluxos ponderados concentram-se mais no consumo intermediário em comparação à demanda final, dentro do bloco. O país asiático desempenha papel importante nas transações que incorporam emissões, dentro e fora do grupo BRICS.

Sobre a questão de responsabilidade pelas emissões, Lenzen et al.(2004) abordam o desafio dos países em reduzir os níveis de GEE gerados através do comércio internacional. É elaborada uma matriz insumo-produto contemplando Dinamarca, Alemanha, Suécia, Noruega e o resto do mundo e assim, calcular os multiplicadores e fluxos comerciais contendo emissões de CO₂. Investigadas as interações entre os países, conclui-se que as contribuições dependem da estrutura produtiva, do uso de energia e das emissões geradas por parte de cada país, levando em conta a responsabilidade oriunda do consumo.

Nesse sentido, Wiebe et al. (2012) desenvolvem uma análise multirregional buscando identificar emissões incorporadas ao comércio. Para isso, utilizam o modelo GRAM (do inglês Global Resource Accounting Model), apropriado para mostrar a participação de economias emergentes como o bloco BRICSA (incluindo a Argentina) nas emissões de CO₂ globais, a responsabilidade de países da OCDE devido a sua posição de consumidor de produtos do BRICSA e vice-versa, para o decênio 1995-2005. Os resultados mostram que os países membros da OCDE foram responsáveis por um

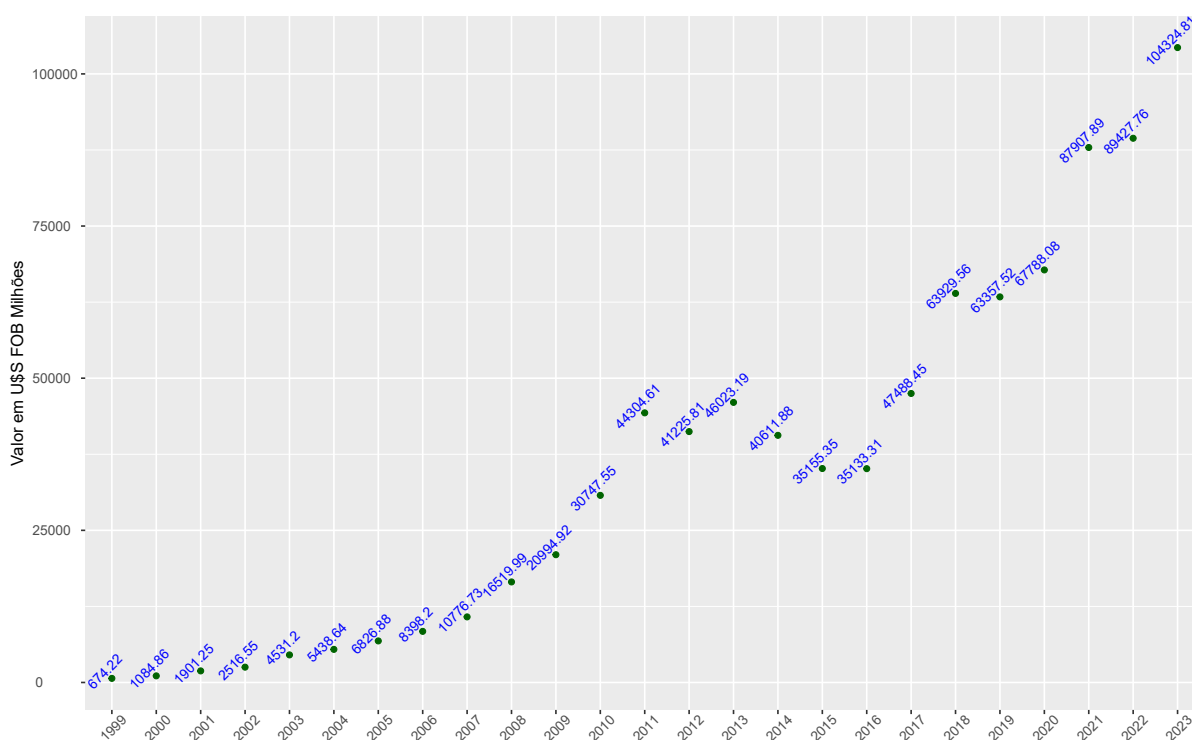
quarto das emissões ao importar produtos de países do BRICSA.

Similarmente, Vale et al.(2018) elaboram um estudo no qual investigam as emissões de CO₂ entre o comércio entre “Norte”, conceito que engloba economias desenvolvidas e “Sul”, economias em desenvolvimento, através dos dados disponibilizados pela WIOD (World Input-Output Database). O método Miyazawa é empregado para estabelecer as relações entre comércio internacional e emissões. Como resultados para o período analisado, de 1995 a 2009, encontram evidências que o Sul acabou por especializar-se em processos produtivos mais intensos em emissões, o que caracteriza-se como efeito composição, enquanto o Norte tornou-se menos intensivo em poluição, o que compreende-se como efeito técnico.

2.2 A PARCERIA COMERCIAL BRASIL-CHINA

As relações comerciais sino-brasileiras tomam robustez a partir da década de 1970, e cresceram a partir da inserção no mercado internacional e de reformas econômicas adotadas pelos dois países (DORNELAS; SILVA, 2023). A figura abaixo ilustra a evolução das exportações brasileiras para a China, no período entre 1999 e 2023:

FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASIL - CHINA



FONTE: Elaboração própria, com base nos dados da ComexStat.

Segundo Puga et al. (2004), a intensidade do comércio entre Brasil e China acentua-se a partir da segunda metade da década de 1990, início dos anos 2000, com as exportações destinadas ao país asiático crescendo a cada ano. Em pouco tempo, consolidou-se em um dos mais importantes parceiros comerciais. As exportações brasileiras para a China compõem-se em sua maioria de produtos primários, sobretudo soja, carne e outras commodities. Em contrapartida, o Brasil importa da economia chinesa produtos intensivos em tecnologia.

No período entre 2013 e 2016, o volume de exportações para a China teve uma diminuição, reflexo da grave crise econômica que o Brasil enfrentou, com redução de 10% do PIB per capita em 2016 na comparação com o ano de 2013, e recuo da participação da indústria nas exportações e no PIB (PRATES et.al, 2020). O cenário a partir de 2014 é marcado por queda nos preços das commodities, seguido pelo comprometimento da atividade produtiva em vários setores brasileiros, somando-se a isto a instabilidade política no país, aprofundando a crise (BIANCARELLI et al., 2018).

Sob este aspecto, Conti e Blikstad (2018) discorrem sobre o “efeito-China”, em que a China assume um protagonismo de “manufatura mundial”, influenciando mercados ao redor do mundo, como o do Brasil. Uma das características deste efeito revela-se na vulnerabilidade externa brasileira, onde direcionou-se a pauta exportadora para commodities, deixando a economia de certa forma dependente de seus preços no mercado internacional, abrindo espaço para a indústria chinesa adentrar domesticamente, com destaque para o nicho de tecnologia.

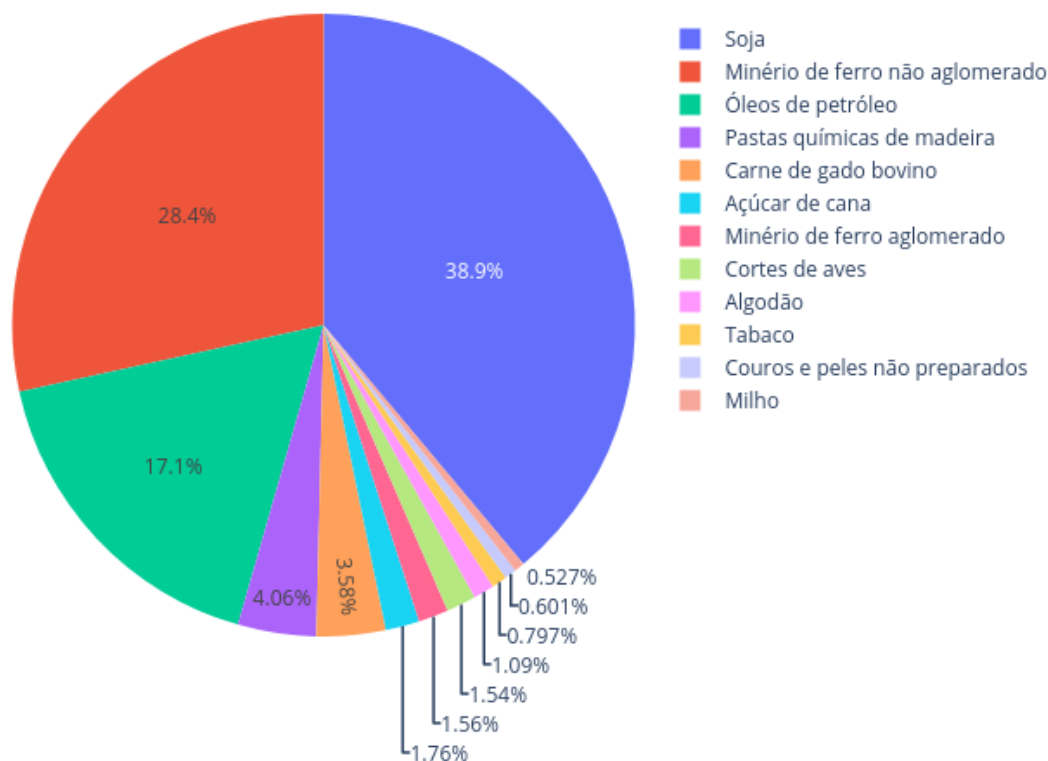
Cunha et al.(2011) realizam o uso de indicadores com a finalidade de avaliar o padrão de comércio bilateral Brasil-China, em questões de desempenho e competitividade. Após 2009, o país asiático consolidou-se como o principal parceiro comercial do Brasil, substituindo a posição antes ocupada pelos EUA. Verifica-se que o Brasil possui vantagem comparativa em produtos primários, o que não ocorre em produtos com alta tecnologia incorporada, indicando uma especialização ainda maior em setores intensivos em recursos naturais.

Uma das conclusões observadas a partir dos resultados aponta para uma relação intrassetorial muito baixa do Brasil com a China, em comparação a outros parceiros comerciais, reforçando seu papel como exportador de commodities. Em outras palavras, a relação sino-brasileira aproxima-se do conceito Norte (China) - Sul (Brasil).

O gráfico a seguir ilustra os principais produtos exportados para a China, entre os anos de 2000 e 2023³:

³ Foram considerados os doze principais produtos com os valores em US\$ mais expressivos.

FIGURA 2 – PRINCIPAIS EXPORTAÇÕES BRASIL - CHINA, 2000 A 2023



FONTE: Elaboração própria, com base nos dados da ComexStat.

Conforme exposto acima, durante o período considerado, aproximadamente metade das principais exportações brasileiras para o mercado chinês compõe-se de produtos do complexo agropecuário. O estreitamento das relações comerciais entre estes dois países emergentes pode estar relacionado a um processo de interdependência entre as estruturas produtivas dos dois países, dada a necessidade chinesa de produtos primários para garantir o crescimento de sua economia assim como a garantia de uma segurança alimentar para uma sociedade em contínua urbanização.

Neste contexto, Vieira et al.(2016) realizam uma análise descritiva para a agropecuária chinesa em comparação à brasileira. Destaca-se que a China passa por significativas mudanças estruturais, visando o aumento da produtividade e eficiência em setores onde a mão-de-obra é intensiva, além da busca por uma indústria mais sustentável, através do fortalecimento de pesquisas e desenvolvimento nas áreas de tecnologia da informação, nanotecnologia, biotecnologia e microeletrônica - o que torna imprescindível a sua modernização agrícola.

No entanto, esta busca por maiores ganhos de produtividade e por uma capacidade industrial "verde", possui entraves para sua concretização, como a crescente

urbanização, problemas sociais (envelhecimento da população, por exemplo) e mudanças no padrão de consumo alimentar, caracterizado por maior demanda de derivados de carne e alimentos processados, o que pressiona o setor agropecuário. Para o seu fortalecimento, o governo chinês empreende políticas de fomento ao setor, como subsídios, apostando na concretização plena de sua autossuficiência⁴ e a fim de colocar o setor como protagonista em mitigar impactos ambientais.

Objetivando a maior ampliação de sua fronteira agrícola, a China realiza investimentos em países africanos, também almejando uma futura segurança alimentar. Dados os incentivos, o setor impulsiona os demais dentro da economia chinesa, como o de energia e de fabricação de maquinário.

No caso brasileiro, apesar dos altos ganhos na agropecuária nacional, o país possui gargalos que ainda impedem a ampliação do seu mercado agrícola, tanto na China como em outros países, sendo estes entraves:

- concentração da competitividade nos mercados de soja e de carnes, dadas as exportações de soja *in natura* e de carnes bovinas;
- precariedade da infraestrutura logística;
- financeirização da agricultura (concentração da produção);
- deficiência no fornecimento nacional de insumos agrícolas (dependência externa).

Mazzero et al.(2014) realizam uma análise do comércio Brasil-China dentro do âmbito ambiental, dada a relevância desta relação bilateral e das emissões de CO₂ neste contexto. Como é verificada uma dependência das exportações para o país asiático, em sua maioria de produtos da agropecuária e outros de origem primária (nos quais o Brasil possui especialização), a pressão sobre o meio ambiente é levada em consideração. Através de uma proposta metodológica, denominada pelos autores de intensidade-carbono das exportações (*ICX*) e índice de emissões de carbono das exportações (*IECX*), realiza-se um estudo com a finalidade de relacionar o comércio internacional entre os dois países com o processo de emissões. Um dos resultados encontrados foi que o Brasil é menos intensivo em emissões, apesar do trabalho não considerar a participação setorial no processo.

De maneira a apresentar a participação da China nas emissões de CO₂ incorporadas em suas exportações, Zhao e Qi (2008) realizam uma análise insumo-produto estendida para estudos ambientais, empregando a matriz insumo-produto chinesa de

⁴ O país possui autossuficiência no setor agropecuário, exceto para a produção de soja e algodão.

2002 e as bases de dados de comércio exterior chinês de 1995 a 2006 (a preços constantes de 1990) e de consumo e estrutura energéticos por setor, no mesmo intervalo de tempo.

Os resultados encontrados no estudo indicam que a China possui responsabilidade pelas emissões de CO₂ através de suas exportações, o que não ocorre em uma perspectiva baseada no consumo. De acordo com os autores, para o período analisado, o crescimento das exportações chinesas foram acompanhadas pelo consumo de combustíveis fósseis, sendo que em alguns anos analisados, as emissões de CO₂ incorporadas nas exportações representaram quase metade do total de emissões geradas no país.

A produção setorial chinesa expande-se pela seu alto requerimento de energia, pressionando a matriz energética nacional, fortemente dependente de combustíveis fósseis - ocasionando um efeito de transbordamento pelas suas exportações.

Nesse sentido, Barcelos (2023) também avalia os padrões de emissões entre Brasil e China, por meio de uma análise insumo-produto multirregional direcionada ao estudo das emissões de gases de efeito estufa e sua relação com as cadeias globais de valor. O estudo realiza um comparativo a respeito das emissões incorporadas em fluxos de comércio de cadeias globais de valor, entre países em desenvolvimento e regiões econômicas de destaque. Complementando a análise, propõe-se um indicador para emissões setoriais relacionando as emissões totais dos setores produtivos do Brasil e das cadeias globais de valor.

Os resultados encontrados apontam que o país é um baixo emissor em comparação ao país asiático. Para a China, a poluição gerada é oriunda da matriz energética nacional e de setores que utilizam alto consumo de energia. Apesar do Brasil possuir uma pauta exportadora de bens primários, as emissões de GEE (gases de efeito estufa) concentram-se nos setores tradicionais.

Em relação à produção, Guilhoto et al. (2010), realizam um estudo comparando a estrutura produtiva de Brasil e China, assim como o crescimento das duas economias, para as décadas de 1980 e 2000. O referencial utilizado no trabalho baseia-se no método insumo-produto, abrangendo abordagens para encadeamentos setoriais (*backward e forward linkages*), conforme apresentados: os índices de Hirschmann-Rasmussen, que identificam setores-chave (setores que contribuem acima da média em uma economia), e os índices de ligação puros (os quais tomam em consideração os níveis diferentes de produção para cada setor dentro do sistema econômico), como análise estendida dos índices H-R.

Os autores comparam os dois países, contextualizando os cenários econômicos enfrentados por cada um, como a inflação e o alto endividamento enfrentado pelo Brasil,

e a estratégia de crescimento chinês baseada na mão-de-obra barata e disponível. Os resultados encontrados para os índices de ligações puros indicam que os setores de Construção, Outros Serviços, de Maquinário e Vestuário destacam-se como os mais importantes, dentro do período analisado para a economia chinesa. Para o Brasil, destacam-se a Agricultura, Outros Serviços, Bebidas e Alimentos, Construção e Refino de Petróleo. Conclui-se que o setor de Construção possui alta relevância para a economia chinesa, ao passo que o setor Outros Serviços também apresenta importância para a economia brasileira.

O motor do país asiático, de acordo com os resultados encontrados, é estimulado pelo mercado externo e investimentos, enquanto no Brasil o crescimento é impulsionado pelo mercado doméstico, dependente do consumo das famílias e de gastos do governo. Os autores deixam uma questão em aberto: qual o papel que os recursos naturais e o meio ambiente poderão desempenhar no desenvolvimento dos dois países, tendo em vista a dinâmica dos mercados.

Buscando apresentar evidências a respeito das transformações estruturais na produção chinesa e analisando o seu crescimento de longo prazo, Borghi (2023) elabora um estudo no qual combina uma perspectiva teórica kaldoriana-estruturalista à análise insumo-produto. Dessa forma, permite-se, segundo o autor, realizar uma avaliação estrutural, observando os encadeamentos produtivos (*backward* e *forward*) entre os setores, dentro do embasamento kaldoriano-estruturalista.

Segundo este embasamento, o fortalecimento de encadeamentos entre as atividades produtivas, em especial entre os setores industriais, leva a ganhos de produtividade e transbordamentos de demanda ao longo da estrutura produtiva e consequentemente, a um crescimento econômico dinâmico isento de restrições relacionadas ao balanço de pagamentos. A base de dados utilizada são as matrizes insumo-produto chinesas de 1995 a 2009, a preços constantes de 2009, disponibilizadas pela *World Input-Output Database* (WIOD)⁵.

Com o emprego dos métodos de índices de ligação Hirschmann-Rasmussen e do campo de influência, os resultados obtidos informam que o padrão de crescimento chinês desenvolveu-se por conta da forte integração de sua diversificada indústria e pela capacidade dos setores em adquirir moeda estrangeira suficiente para custear seus insumos importados, através de suas exportações.

2.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DOS SETORES PRODUTIVOS

O método insumo-produto permite diferentes abordagens para o estudo de impactos setoriais e na economia. Com a utilização do instrumental do campo de

⁵ Devido a atividades muito parecidas entre alguns dos setores, o autor reduziu dos originais 35 para 17.

influência, Thakur and Alvavay (2012) realizam uma análise da estrutura produtiva da economia chilena. Primeiramente, é discutida a existência de uma estrutura econômica fundamental para o Chile, caracterizada por uma economia impactada pelo produto interno, população, valor adicionado total e produção total setorial. O trabalho investiga se relações entre macroagregados e transações econômicas são evidenciadas pela análise de matrizes insumo-produto regionais, e para tal elabora-se quatro modelos de regressão linear, os quais são aplicados ao método do campo de influência, identificando os encadeamentos produtivos de maior relevância. Para o ano de 1996, a análise conjunta revelou o setor petroquímico com forte significância dentro da economia chilena.

Sonis et al.(1996) propõem uma metodologia baseada na matriz inversa de Leontief, onde investiga-se a hierarquia dos encadeamentos para trás e para frente, assim como seus efeitos econômicos derivados da matriz multiplicadora de produção (MPM). Esta é, por sua vez, direcionada para uma análise de campo de influência, e aplicada para tabelas inter-regionais japonesas para o ano de 1985. A partir da metodologia, são identificadas as relações produtivas entre as regiões envolvidas e discutidos os resultados encontrados, sugerindo complementariedade com outros métodos analíticos.

Estudos na cadeia produtiva realizados por Sesso Filho et al. (2021), também empregam o método de insumo-produto por meio de indicadores. Com a finalidade de encontrar setores-chave e propulsores para o desenvolvimento econômico brasileiro, os autores fazem uso dos índices de ligações intersetoriais de Hirschmann-Rasmussen, dos índices GHS (ou índices puros de ligação) e do campo de influência. Ao realizar as análises de maneira integralizada, é possível identificar setores e potenciais mecanismos capazes de impulsionar a economia, propícios para investimentos. Os resultados encontrados apontam os setores de Refino de Petróleo, Outros Produtos Alimentares, Energia Elétrica, Gás e Outras Utilidades e Construção como setores-chave e setores motrizes, os quais possuem os maiores impactos na cadeia produtiva.

De forma similar, Khanal et al.(2014) avaliam o grau de relevância do setor de turismo da República do Laos e dos restantes de sua economia, em termos de encadeamentos. Para o trabalho, são empregados instrumentais de insumo-produto como os índices de ligação Hirschmann-Rasmussen, índices puros e os encadeamentos Chenery-Watanabe. É realizada uma desagregação de dados econômicos assim como uma pesquisa de gastos dos turistas internacionais para extrair dados de turismo da economia.

Como resultado, dentro do período de 2003 a 2008, é constatada uma dependência do setor de turismo pelo restante da economia, devido ao seu alto encadeamento para trás (*backward linkages*). Somando-se à análise, identificam-se setores-chave: o

setor de Alimentos e Bebidas, Indústria Manufatureira, Comércio no Atacado e Varejo, Agropecuária e de Turismo, sendo este um setor "motor" e muito importante para a economia da República do Laos.

No entanto, de acordo com Guilhoto et al.(1994), os índices de Hirschmann e Rasmussen não levam em conta os níveis de produção setoriais, e este pode ser complementado com outras análises. Desta forma, Guilhoto et al.(1997) propõem uma abordagem complementar aos índices de ligação H-R, denominados índices puros de ligação ou método GHS, aplicados para tabelas insumo-produto internacionais de alguns países asiáticos e dos EUA, para o decênio 1975-1985. Encontram-se como resultados altos encadeamentos para trás, no ano de 1975, para Singapura, Coreia, Japão e EUA, e para frente, Japão e EUA, tanto para os índices de ligação H-R quanto para os índices GHS.

No período seguinte, em 1985, China e Taiwan são considerados no sistema - desta vez, China, Taiwan, Coreia e Japão apresentam os maiores encadeamentos para trás, pela análise dos índices de ligação H-R (Hirschmann-Rasmussen), e para frente, China, Japão e EUA. Assim como em 1975, Japão e EUA possuem os maiores índices puros de ligação, sendo as duas nações propulsoras dentro da economia inter-regional analisada. Porém, países como Coreia, Indonésia e Malásia também possuem determinada relevância.

Similarmente, Rodrigues et al.(2005) realizam um estudo avaliando a estrutura produtiva das regiões brasileiras, nos anos de 1985 e 1995, com o emprego de matrizes inter-regionais. A metodologia adotada contempla os índices de ligação H-R e os índices puros de ligação, apresentando resultados indicando a região Sudeste como autossuficiente em relação ao restante do Brasil; uma dinâmica nas estruturas produtivas da região Nordeste, incluindo um intercâmbio com a região Norte; a região Centro-Oeste como demandada por outras regiões, e as regiões Sul e Sudeste com maior número de setores-chave.

Ampliando os elementos da pesquisa com métodos insumo-produto, Perobelli et al.(2015) estimam uma matriz insumo-produto para o estado da Bahia, tendo como ano base 2009 com a sua economia contemplando 27 setores. Faz-se utilização de indicadores como multiplicadores de renda, índices de ligação H-R, índices puros de ligação e campo de influência, incluindo o método de extração hipotética. Estes instrumentais, segundo os autores, quando empregados em conjunto, permitem uma avaliação mais elaborada das estruturas produtivas, e assim encontrar propulsores da economia baiana. Os resultados apontam os setores de Serviços, de Produtos Químicos e de Produtos de Petróleo como significantes para o estado.

Neste contexto, Lima Fernandes e Rocha (2010) aplicam o modelo insumo-produto, englobando os indicadores H-R, GHS e o método de campo de influência para

o estado de Minas Gerais, com o objetivo de detectar setores-chave, além da análise da estrutura produtiva para os anos de 1996 e 2005. De acordo com a metodologia utilizada, os setores de destaque para estes anos foram a Agropecuária, Siderurgia, Metalurgia e Produtos Químicos. Os autores, no entanto, são cautelosos quanto aos resultados, por conta das mudanças na estrutura produtiva neste intervalo de tempo, servindo apenas como uma comparação para o entendimento da dinâmica produtiva do estado de Minas Gerais.

Sesso Filho et al.(2021) buscam identificar setores estratégicos no estado do Paraná, com potencial para auxiliar na recuperação econômica paranaense pós-Covid-19. A matriz inter-regional de 2018 do Paraná e do restante do Brasil é empregada para o cálculo dos indicadores, sendo estes os índices de ligação H-R, campo de influência, além do multiplicador de produção. Os resultados apresentados indicam encadeamentos setoriais para os setores de Alimentos, Construção Civil, Comércio, Educação, Saúde e Desenvolvimento de Sistemas, este último impulsionador de micro e pequenos negócios. Os autores apontam estes setores como os ideais para ações de políticas públicas e da iniciativa privada.

Avaliando a economia brasileira, Marconi et al.(2016) investigam a capacidade do setor agropecuário de estimular crescimento a longo prazo, considerando o aumento das exportações de commodities a partir dos anos 2000. Sob a ótica de uma análise insumo-produto, é possível explorar os encadeamentos para trás e para frente (à jusante e à montante), entre os setores e o setor agrícola exportador. Com o uso dos indicadores como índices de ligação intersetoriais e índices puros de ligação, observam-se como resultados que a produção agrícola possui baixa capacidade de estimular o crescimento da economia, devido aos seus índices de ligação baixos, ou seja, o crescimento para o Brasil considerando este setor é muito abaixo da média, o que não ocorre nas atividades manufatureiras (onde os encadeamentos são maiores), tomando por exemplo o setor de Alimentos e Bebidas, o qual pode desencadear crescimento na economia. Estratégias de desenvolvimento para setores como este são desejáveis para uma mudança estrutural.

Explorando a interdependência econômica dentro da região metropolitana de Chicago, Hewings et al.(2001) desenvolvem um estudo com a utilização do modelo Miyazawa estendido de insumo-produto inter-regional, com a finalidade de investigar interações responsáveis por geração de renda e produção. A análise inter-regional é realizada a partir da divisão da área metropolitana de Chicago em quatro regiões: região 1 (Loop e North Side), região 2 (South Side), região 3 (West-Side) e região 4 (Suburbs), englobando os condados de Cook, Du Page, Kane, Lake, McHenry e Will. Fatores demográficos como grupos minoritários também são adicionados à análise.

Como resultados do trabalho, os multiplicadores relacionados aos impactos

de uma região sobre a outra em termos de fluxos comerciais apresentaram baixa relevância em comparação aos fluxos de renda criados a partir dos deslocamentos para o trabalho entre as regiões, ainda que a intensidade desta interdependência seja assimétrica.

2.3.1 Aplicações ambientais

A presente subseção apresenta-se como um adendo à seção que trata de comércio internacional e emissões.

O método insumo-produto é adaptável para diversas abordagens, incluindo ambientais (MILLER; BLAIR, 2009), conforme no trabalho de Ribeiro et al.(2018), onde calculam-se os multiplicadores de emissões de gases de efeito estufa para o ano de 2009 dentro da economia brasileira, associando os resultados obtidos aos multiplicadores de emprego e renda, no setor da agropecuária. Também são utilizados coeficientes de intensidade de emissões e o método do campo de influência. Os resultados apontam o setor agropecuário como grande contribuinte para as emissões, não contribuindo muito na estrutura econômica, mas relevante no cenário mundial graças às vantagens comparativas do Brasil neste setor.

Com o objetivo de analisar as emissões de gases do efeito estufa para o bloco BRIC entre o período de 1995 a 2009, Oliveira et al.(2020) realizam uma decomposição estrutural. Este método foi adaptado para uma matriz inversa de Leontief ponderada por uma matriz de coeficientes de intensidade de emissões, diagonalizada. Como resultados, verificou-se que o setor agropecuário brasileiro foi o maior contribuinte para emissões dentro do período, através de suas exportações, e os quatro membros do bloco foram responsáveis por exportações líquidas de emissão de GEE, sendo a Rússia de determinada relevância. China e Índia apresentaram reduções nas emissões, devido a melhoras em suas técnicas produtivas.

De maneira similar, Zapparoli et al.(2018) buscam a estimação dos níveis de emissões gerados pelos países membros do BRIC, no ano base de 2009, de forma direta e indireta para cada produção unitária da demanda final pelos setores. Como metodologia, o instrumental utilizado foram os geradores e multiplicadores derivados do modelo insumo-produto, adaptados à análise ambiental. Os resultados encontrados indicam que os setores relacionados ao transporte representaram maior parte das emissões para o período. Para a China, Índia e Rússia, a responsabilidade pelas emissões foi atribuída ao setor de Eletricidade, Gás e Água. Os autores ressaltam que o Brasil, ao aumentar sua capacidade produtiva, aumentam o nível de emissões, dada a sua dependência de insumos importados (transbordamento de emissões).

De forma similar, Alcántara e Padilla (2006) apresentam uma abordagem com o objetivo de identificar setores "chave" responsáveis pelas emissões de CO₂, através

de um critério adotado pelos autores, que seria aqueles setores nos quais as emissões aumentam quando há um aumento na renda total da economia. Esta abordagem é derivada do modelo Hirschmann-Rasmussen, e possui enfoque no valor adicionado dos diferentes setores produtivos. Como método auxiliar, adota-se um fator de elasticidade de emissões renda por valor adicionado, além do uso de um vetor de emissões setoriais, para o cálculo de uma matriz de Leontief ponderada.

Os setores "chave" seriam aqueles que produzem mais emissões por unidade de valor adicionado, e nos quais estas aumentam mais com o crescimento econômico. Com a metodologia adaptada, o estudo é aplicado para a economia espanhola obtendo como resultado a relevância do setor de Eletricidade, Gás, Vapor como setor "chave" nas emissões de CO₂, portanto o valor adicionado gerado por este setor possui impacto significativo nas emissões, merecendo atenção para formulação de políticas de mitigação.

Com o objetivo de avaliar os impactos do comércio regional do estado do Paraná com os demais estados brasileiros, na demanda por recursos hídricos, Bistafa e Porsse (2020) elaboram um estudo com o emprego de uma adaptação do método Miyazawa. Através desta abordagem, foram construídos multiplicadores de requerimentos de água, seguida pela decomposição dos efeitos de transmissão relacionados ao comércio regional e à utilização de recursos hídricos pela estrutura produtiva do estado do Paraná.

Sob esta perspectiva ambiental, os resultados da análise apresentam a propagação externa dos requerimentos hídricos dos setores paranaenses em maior intensidade. Os estados do Paraná e de São Paulo apresentam através de suas relações comerciais o maior nível de propagação, o que de acordo com os autores, pode funcionar como uma espécie de nivelamento nas distribuições de recursos hídricos.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DA PESQUISA

A pesquisa a ser realizada será de natureza quantitativa, através de uma análise insumo-produto. A presente seção apresenta os métodos empregados na elaboração do trabalho para atingir os objetivos propostos, assim como a base de dados utilizada. São empregadas análises básicas do modelo insumo-produto inter-regional e o método de multiplicadores Leontief-Miyazawa, que permitem uma avaliação estrutural das economias contempladas, através das interações e interdependência entre os setores produtivos das duas economias aqui trabalhadas.

A escolha do ano de 2014 foi feita por conta da última publicação dos dados da *World Input-Output Database* (WIOD) para uma matriz insumo-produto mundial, e por ilustrar oscilações nos saldos da balança comercial e de pagamentos de Brasil e China, refletindo as dificuldades enfrentadas pós-crise *subprime* e o cenário interno instável, no caso brasileiro. Já no caso chinês, ocorre uma situação de déficit na balança comercial nos anos de 2013 e 2014, seguida de uma inflexão no saldo do balanço de pagamentos do país (DORNELAS; SILVA, 2023).

Adotou-se esta base de dados por demonstrar as transações setoriais entre países em uma matriz insumo-produto inter-regional. O fator ambiental foi incluído neste trabalho para uma melhor avaliação das estruturas setoriais em termos de emissões de CO₂ dentro do comércio internacional - dada a grande parcela de responsabilidade por parte da China.

No primeiro momento, realiza-se uma introdução ao modelo insumo-produto inter-regional, que analisa as relações de produção, consumo e transbordamentos entre as regiões envolvidas. Em seguida, são abordadas outras metodologias, a saber: o cálculo dos coeficientes de emissões de CO₂ como requisito para a utilização dos multiplicadores Leontief-Miyazawa, os quais também são apresentados, além de descrições dos métodos de Índices de Ligação Hirschmann-Rasmussen, Índices de Ligação Puros e Campo de Influência. Concluindo a seção, são apresentadas a aplicação dos dados ao instrumental empregado e a database.

3.2 MODELO INSUMO-PRODUTO INTERREGIONAL

3.2.1 Modelo Básico de Insumo-Produto

O modelo insumo-produto é utilizado para o estudo das interdependências entre os setores produtivos de uma economia, efeitos sobre a demanda final e análises de

impacto. Pode ser aplicado em questões como mudanças estruturais, políticas fiscais, meio ambiente, comércio internacional, análises intra e inter-regionais, entre outras. A estrutura de uma matriz insumo-produto é constituída composta de três submatrizes: uma matriz referente ao consumo intermediário, caracterizada pelo consumo dos setores produtivos e suas relações interindustriais; uma matriz de valor adicionado, referente a remuneração dos setores produtivos, incidência de impostos e subsídios e excedente operacional bruto; e uma matriz de demanda final, composta pela conta de investimentos, ou formação bruta de capital fixo, consumo do governo, consumo das famílias e exportações. O modelo básico de insumo-produto apresenta-se da seguinte forma:

$$x_i = z_{i1} + \dots + z_{ij} + z_{in} + f_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + f_i \quad (3.1)$$

Onde x_i indica a produção total do setor i , z_{ij} representa as vendas interindustriais entre os setores e f_i a demanda final do setor i (MILLER; BLAIR, 2009). Em sua forma completa a equação de insumo-produto fica

$$X = Z + f \quad (3.2)$$

De outra forma, conforme Guilhoto (2011), o modelo pode ser reescrito como:

$$x_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i \quad (3.3)$$

para $i = 1, 2, \dots, n$, onde a_{ij} representa o coeficiente técnico associado à tecnologia de produção, ou seja, quanto de insumo é necessário do setor i para uma produção unitária do setor j , calculado por $a_{ij} = Z_{ij}X_j^{-1}$. Y_i representa o vetor de demanda final do setor i , podendo englobar vetores de consumo, de investimentos e gastos do governo e exportações. Transcrevendo matricialmente:

$$Ax + y = x \quad (3.4)$$

Sendo A a matriz de coeficientes técnicos (requisitos tecnológicos) ou diretos de insumos, com dimensões $(n \times n)$, x e y vetores em colunas com dimensão $(n \times 1)$. Realizando os ajustes¹, obtém-se a equação geral de insumo-produto:

$$x = (I - A)^{-1}y \quad (3.5)$$

Sendo $(I - A)^{-1}$ a matriz inversa de Leontief, contemplando os requerimentos totais (diretos e indiretos), representada por B .

¹ Para maiores detalhes, consultar Miller e Blair (2009).

3.2.2 Modelo Insumo-Produto para Duas Regiões

Por sua vez, o modelo de insumo-produto inter-regional incorpora duas ou mais regiões, permitindo as análises de fluxos monetários e efeitos *spillover*, entre várias formas de avaliação de impactos. A seguir, segue a representação hipotética de uma matriz insumo-produto inter-regional para duas regiões, conforme modelo demonstrado por Miller e Blair (2009) e Guilhoto (2011):

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} Z^{rr} & Z^{rs} \\ Z^{sr} & Z^{ss} \end{bmatrix}$$

sendo: Z^{rr} e Z^{ss} os fluxos monetários intrarregionais e Z^{rs} e Z^{sr} os fluxos monetários inter-regionais.

De acordo com a equação de produção do setor i :

$$x_i = Z_{i1} + Z_{i2} + \dots + Z_{ii} + \dots + Z_{in} + Y_i \quad (3.6)$$

Pode-se reescrevê-la evidenciando a produção do setor 1 da região r , X_1^r , para dois setores, por exemplo:

$$X_1^r = Z_{11}^{rr} + Z_{12}^{rr} + Z_{11}^{rs} + Z_{12}^{rs} + Y_1^r \quad (3.7)$$

Os coeficientes técnicos intrarregionais para o modelo são:

$$a_{ij}^{ss} = Z_{ij}^{ss} / X_j^s \quad (3.8)$$

$$a_{ij}^{rr} = Z_{ij}^{rr} / X_j^r \quad (3.9)$$

e os coeficientes inter-regionais dados como:

$$a_{ij}^{rs} = Z_{ij}^{rs} / X_j^s \quad (3.10)$$

$$a_{ij}^{sr} = Z_{ij}^{sr} / X_j^r \quad (3.11)$$

Substituindo estes coeficientes na equação (3.7):

$$X_1^r = a_{11}^{rr} X_1^r + a_{12}^{rr} X_2^r + a_{11}^{rs} X_1^s + a_{12}^{rs} X_2^s + Y_1^r \quad (3.12)$$

Reproduz-se analogamente para os demais setores. Em seguida, isola-se o vetor de demanda final:

$$Y_1^r = (1 - a_{11}^{rr}) x_1^r - a_{12}^{rr} x_2^r - a_{11}^{rs} x_1^s - a_{12}^{rs} x_2^s \quad (3.13)$$

O procedimento replica-se para as demandas finais dos outros setores. Em seguida, elabora-se a matriz de coeficientes técnicos A^{rr} , contendo os dois setores, considerando $A^{rr} = Z^{rr}(\text{diag}X^r)^{-1}$, procedendo similarmente para $A^{ss} = Z^{ss}(\text{diag}X^s)^{-1}$, e para as matrizes de coeficientes inter-regionais $A^{rs} = Z^{rs}(\text{diag}X^s)^{-1}$ e $A^{sr} = Z^{sr}(\text{diag}X^r)^{-1}$.

Readequando estas quatro matrizes em forma de equação, isolando a demanda final de cada região, elaboram-se duas equações:

$$(I - A^{rr})X^r - A^{rs}X^s = f^r \quad (3.14)$$

$$-A^{sr}X^r + (I - A^{ss})X^s = f^s \quad (3.15)$$

A matriz de coeficientes técnicos definitiva para as duas regiões é definida a partir da junção das que foram elaboradas anteriormente:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} A^{rr} & A^{rs} \\ A^{sr} & A^{ss} \end{bmatrix}$$

Acrescentando a matriz identidade e os vetores de produção final e demanda final, na forma de equação, tem-se:

$$(I - A)x = f \quad (3.16)$$

Também aplicável à forma matricial:

$$\left(\begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A^{rr} & A^{rs} \\ A^{sr} & A^{ss} \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} x^r \\ x^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f^r \\ f^s \end{bmatrix} \quad (3.17)$$

Simplificando:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (3.18)$$

3.3 COEFICIENTE DE EMISSÕES

Conforme sugerido Miller e Blair (2009), a produção de um setor pode ser relacionada com impactos no nível de emprego, valor adicionado, consumo de energia ou de emissões de gases poluentes, entre várias possibilidades.

Para o propósito deste trabalho, e como requisito para a próxima análise (Miyazawa), calcula-se os coeficientes de intensidade de emissões:

$$c_i = e_i/x_i \quad (3.19)$$

onde c_i representa o coeficiente de intensidade de emissões de CO_2 por setor; e_i representa o total de emissões de CO_2 por atividade, e x_i representa o total da produção por atividade.

Esta abordagem está presente em outros trabalhos como em Morán e Río González (2007), em Alcántara e Padilla (2006) e em Oliveira et al. (2020), nos quais multiplicam-se os coeficientes de intensidade de emissões pela matriz inversa de Leontief, gerando uma matriz ponderada de poluição.

Este coeficiente é diagonalizado e multiplicado pela matriz inversa de Leontief (MILLER; BLAIR, 2009):

$$MGP = \hat{c}_i(I - A)^{-1} \quad (3.20)$$

onde $\hat{c}_i$ indica o coeficiente de emissões diagonalizado e MGP a matriz geradora de poluição, ou seja, a matriz de insumos de produção de Leontief demonstrando o quanto de poluição gerada que está incorporada ao processo produtivo de cada setor.²

3.4 MULTIPLICADORES MIYAZAWA

Seguindo Fritz et al.(1998), Vale et al.(2018), Sonis e Hewings(1993) e Okuyama et al.(1999), descreve-se abaixo o método Miyazawa para mensuração das emissões de acordo com o escopo do presente trabalho.

O modelo de multiplicadores Miyazawa, também chamado de método Leontief-Miyazawa, analisa a estrutura de distribuição de renda ao considerar o consumo como variável endógena no modelo Leontief (OKUYAMA et al.,1999). De acordo com Miyazawa (1976), a equação para esta abordagem é apresentada abaixo:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & C \\ V & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} df \\ g \end{bmatrix} \quad (3.21)$$

Sendo y um vetor coluna $rx1$ da renda total de cada extrato familiar, A a matriz de coeficientes técnicos, C a matriz de consumo endogeneizado, V o vetor de valor adicionado, df o vetor de demanda final menos o consumo das famílias, g o vetor $rx1$ da renda exógena dos grupos familiares – neste caso, igual a zero. Após a manipulação efetuada pelos autores, tem-se a equação abaixo:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B(I + CKVB) & BCK \\ KVB & K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} df \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3.22)$$

² Procedimento apresentado também por Oliveira et al. (2020) e por Ribeiro et al.(2018).

Sendo K a matriz de multiplicador de renda interclasse, e KVB a matriz de multiplicador de renda multissetorial. Na observação de cada um dos elementos da matriz K verifica-se o aumento total (direto, indireto e induzido) na renda de um extrato ou grupo resultante de uma unidade adicional de renda de outro extrato; e os elementos contidos na matriz KVB indicam a renda direta, indireta e induzida gerada para cada extrato familiar dado um aumento em uma unidade na demanda final de cada setor.

Conforme mencionado no início, para a realização da análise proposta no presente trabalho, utilizar-se-á das aplicações dos multiplicadores internos e externos de Miyazawa para as propagações interna e externa setoriais de duas regiões, aqui aplicadas para a relação Brasil-China.

Emprega-se a matriz de coeficientes técnicos inter-regionais para duas regiões:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}$$

onde A_{11} e A_{22} são matrizes intrarregionais diretas de insumo para as regiões 1 e 2, e A_{12} e A_{21} são matrizes inter-regionais diretas de insumo transacionadas entre as regiões 1 e 2.

A matriz inversa de Leontief, de acordo com a visão de Miyazawa, é dada por:

$$\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \begin{pmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta_1 & \Delta_1 A_{12} B_2 \\ \Delta_2 A_{21} B_1 & \Delta_2 \end{pmatrix}$$

sendo:

$$\Delta_1 = (\mathbf{I} - A_{11} - A_{12} B_2 A_{21})^{-1}; \quad (3.23)$$

$$\Delta_2 = (\mathbf{I} - A_{22} - A_{21} B_1 A_{12})^{-1}; \quad (3.24)$$

$$B_1 = (\mathbf{I} - A_{11})^{-1}; \quad (3.25)$$

$$B_2 = (\mathbf{I} - A_{22})^{-1}. \quad (3.26)$$

sendo B_1 a matriz de multiplicadores internos da região 1 e Δ_1 a matriz de multiplicadores externos da região 1 dada a influência da região 2; similarmente a interpretação é aplicada para B_2 e Δ_2 .

Segundo Okuyama (1999), Sonis e Hewings (1993), e Fritz et al.(1998), a partir das matrizes internas B_1 e B_2 é possível obter os multiplicadores externos para as regiões 1 e 2, respectivamente:

$$\Delta_{11} = (\mathbf{I} - B_1 A_{12} B_2 A_{21})^{-1}; \quad (3.27)$$

$$\Delta_{22} = (I - B_2 A_{21} B_1 A_{12})^{-1} \quad (3.28)$$

onde Δ_{22} representa os efeitos direto, indireto e induzido de produção da região 2 devido a demanda de insumos da região 1. A mesma interpretação aplica-se para Δ_{11} .

Seguindo Fritz et al.(1998) e Vale et al.(2018), cria-se uma matriz geradora de poluição através da matriz diagonalizada de coeficientes de intensidade de emissão, para a região 2 a partir da demanda de insumos da região 1 (R_2):

$$Pol_{21} = R_2[\Delta_2 A_{21} B_1] \quad (3.29)$$

É possível desdobrar a matriz pela soma de suas colunas, verificando a poluição gerada pela região 2 através da demanda de insumos da região 1, onde:

$R_2 A_{21}$: representa a poluição gerada por requerimentos de insumo diretos da região 1;

$R_2 A_{21} B_1$: poluição causada pelos requerimentos diretos e indiretos da região 1;

$R_2 B_2 A_{21} B_1$: indica a poluição causada pela propagação interna (produção direta e indireta) da região 1 e produção direta e indireta induzida da região 2;

$R_2 \Delta_{22} B_2 A_{21} B_1$: representa o multiplicador total de poluição da região 1 incorporadas a poluição gerada pela propagação interna da região 1, e pela propagação induzida interna e externa da região 2.

Na matriz Pol_{21} , os elementos $p_{i_2 j_1}$ representam o aumento da poluição gerada pela atividade i_2 da região 2 como resultado de um aumento unitário na demanda final na atividade j_1 da região 1. A partir do exposto, tem-se que o total de poluição gerado na região 2 decorrente de um acréscimo unitário na produção da atividade j_1 da região 1 é dado por:

$$m_{j_1} = \sum_{i_2} p_{i_2 j_1}, \quad (3.30)$$

sendo m_{j_1} o multiplicador referente a coluna da atividade ou setor j_1 considerando o somatório das atividades da região 2.

De acordo com Fritz et al.(1998) e especificado por Vale et al.(2018), as somas das colunas derivadas da matriz Pol_{21} para as atividades j_1 , são denominadas: $m_{j_1^1}$, $m_{j_1^2}$, $m_{j_1^3}$ e m_{j_1} , respeitando a ordem apresentada anteriormente. As definições abaixo indicam os impactos derivados da demanda de insumos da região 1 por parte da região 2:

- $m_{j_1^1}$: requerimentos diretos de insumo no multiplicador total;
- $m_{j_1^2} - m_{j_1^1}$: requerimentos indiretos no multiplicador total;

- $m_{j_1^3} - m_{j_1^2}$: propagação interna, ou seja, efeitos diretos e indiretos da região 2 no multiplicador total;
- $m_{j_1} - m_{j_1^3}$: propagação externa, ou seja, efeitos diretos e indiretos da região 2 no multiplicador total.

3.5 ÍNDICES DE LIGAÇÃO HIRSCHMANN-RASMUSSEN

Com o método dos índices de ligação desenvolvido por Rasmussen (1956) e Hirschmann (1958), e exposto por Guilhoto (2011), possibilita-se determinar setores da economia com crescimento acima da média, através de estudos dos encadeamentos produtivos (*backward e forward linkages*), conforme descrito a seguir:

- Encadeamentos para trás (*backward linkages*): representados por U_j , indicando quanto um setor consome dos outros setores;
- Encadeamentos para frente (*forward linkages*): representados por U_i , indicando quanto um setor é demandado pelos demais setores.

O cálculo destes encadeamentos é realizado utilizando a matriz inversa de Leontief B , sendo B^* a média de todos os elementos de B ; B_{ij} os elementos da matriz de Leontief; B_{*j} e B_{i*} representam a soma dos elementos da matriz B nas colunas e linhas, respectivamente, e n indica o número de setores (GUILHOTO, 2011). Seguem suas equações abaixo:

$$U_j = B_{*j}/B^* \quad (\text{Backwardlinkages}) \quad (3.31)$$

$$U_i = B_{i*}/B^* \quad (\text{Forwardlinkages}) \quad (3.32)$$

Para os dois índices, se os valores encontrados estiverem acima de 1, representam que os setores j e i geram aumentos acima da média, ocasionando estímulo para a economia e dependência dos demais setores, respectivamente. Se U_j e U_i apresentarem valores maiores que 1 para o mesmo setor, este é considerado setor-chave na economia, em outras palavras, é responsável por um crescimento acima da média na economia, por conta de seus encadeamentos.

Estendendo o cálculo dos *forward linkages*, também é utilizado no presente trabalho a matriz de Ghosh (G), construída a partir da matriz de coeficientes técnicos pela ótica das linhas ou da oferta, quando cada elemento do consumo intermediário é dividido pelo seu valor bruto da produção (VBP) orientado pelas linhas na matriz.

Analogamente ao cálculo dos *forward linkages*, tem-se:

$$U_i = G_{i*}/G^*, \quad (3.33)$$

onde G_{i*} representa a soma dos elementos da matriz G nas linhas e G^* a média de todos os elementos de G .

3.6 ÍNDICES DE LIGAÇÃO PUROS

Devido ao fato dos índices de Hirschmann-Rasmussen não levarem em consideração a produção setorial de uma economia de forma distinta, Guilhoto et al. (1994, 2005) desenvolvem uma abordagem alternativa na análise da estrutura produtiva, complementando o estudo dos índices de ligação H-R. A nova proposta considera os níveis de produção de cada setor dentro da economia assim como as interações com outros setores, sendo denominada como índices puros de ligação ou modelo GHS.

O modelo apresentado baseia-se na matriz A , de coeficientes técnicos, conforme exposto por Guilhoto (2011):

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} A_{jj} & A_{jr} \\ A_{rj} & A_{rr} \end{bmatrix}$$

sendo A_{jj} e A_{rr} matrizes de coeficientes técnicos do setor j e do restante da economia (economia menos o setor j), respectivamente; e A_{jr} e A_{rj} sendo matrizes de insumos diretos comprados pelo setor j do resto da economia e de insumos diretos comprados pelo resto da economia do setor j , respectivamente.

É realizada uma decomposição da matriz inversa de Leontief, com três submatrizes:

$$\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \begin{pmatrix} B_{jj} & B_{jr} \\ B_{rj} & B_{rr} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta_{jj} & 0 \\ 0 & \Delta_{rr} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta_j & 0 \\ 0 & \Delta_r \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{I} & \Delta_{jr}\Delta_r \\ \Delta_{rj}\Delta_j & \mathbf{I} \end{pmatrix}$$

sendo as identidades: $\Delta_j = (\mathbf{I} - A_{jj})^{-1}$; $\Delta_r = (\mathbf{I} - A_{rr})^{-1}$; $\Delta_{jj} = (\mathbf{I} - \Delta_j A_{jr} \Delta_r A_{rj})^{-1}$ e $\Delta_{rr} = (\mathbf{I} - \Delta_r A_{rj} \Delta_j A_{jr})^{-1}$.

Seguindo Guilhoto et al. (2005), a partir do modelo de Leontief, $X = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}Y$, e da decomposição da matriz inversa realizada anteriormente, há o desdobramento de um conjunto de indicadores que auxiliam na classificação de regiões importantes em uma economia, assim como evidenciar o processo produtivo na mesma, conforme segue:

$$\begin{pmatrix} X_j \\ X_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta_{jj} & 0 \\ 0 & \Delta_{rr} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta_j Y_j + \Delta_j \Delta_{jr} \Delta_r Y_r \\ \Delta_r \Delta_{rj} \Delta_j Y_j + \Delta_r Y_r \end{pmatrix}$$

E a partir do exposto, os índices puros de ligação para trás (PBL) e para frente (PFL) são extraídos:

$$PBL = \Delta_r A_{rj} \Delta_j Y_j; \quad (3.34)$$

$$PFL = \Delta_j A_{jr} \Delta_r Y_r \quad (3.35)$$

O índice puro de ligação para trás (*PBL*) apresenta o impacto puro do valor total do setor ou região *j* sobre o resto da economia *r*, livre da demanda de insumos que a região (setor) *j* produz para a região (setor) *j*, ou seja, livre de insumos próprios, e vice-versa. Em contrapartida, o índice puro de ligação para frente (*PFL*) demonstra o impacto puro do valor da produção total no resto da economia *r* sobre a região ou setor *j*.

Também é possível calcular o índice puro total de ligações (*PTL*) para cada setor da economia, somando-se o *PBL* e o *PFL* (GUILHOTO et al., 1994):

$$PTL = PBL + PFL \quad (3.36)$$

Complementando a análise, conforme Guilhoto e Sesso (2005), também é possível o cálculo dos índices puros de ligações normalizados, ao dividir os índices puros pelo seu valor médio:

$$PBLN = PBL / PBL_m \quad (3.37)$$

Onde *PBLN* representa o índice de ligação para trás normalizado, sendo *PBL_m* a média dos índices puros de ligação de todos os setores, definida por:

$$PBL_m = \frac{\sum PBL_i}{n} \quad (3.38)$$

De forma similar, pode-se calcular o índice puro normalizado para frente (*PFLN*) e o índice puro total de ligação normalizado (*PTLN*).

3.7 CAMPO DE INFLUÊNCIA

Os índices de Hirschmann-Rasmussen apesar de evidenciar o impacto setorial no sistema econômico, não possibilita a visualização dos principais elos de ligação dentro da economia Guilhoto (2011), caso ocorra uma alteração nos coeficientes e, conseqüentemente, qual seriam os impactos dentro da economia. Sonis et al. (1989, 1995) desenvolvem uma abordagem metodológica na qual torna-se possível observar as mudanças nos coeficientes no sistema econômico, e assim estabelecer as relações mais importantes na produção, além de determinar quais setores possuem maior influência sobre os demais.

A partir da matriz de coeficientes técnicos de produção, $A = \{a_{ij}\}$ e de uma matriz de variações incrementais nos coeficientes diretos $E = |\varepsilon_{ij}|$, é possível calcular o campo de influência para uma determinada economia. Em seguida, é calculada a matriz inversa de Leontief sob duas perspectivas: quando não há nenhum incremento nos coeficientes, dada por $B = (I - A)^{-1} = |b_{ij}|$; e por $B(\varepsilon) = [I - (A + E)]^{-1} = \{b_{ij}(E)\}$,

onde se assume incrementos adicionais nos coeficientes técnicos. Conforme Sonis et al. (1989, 1995) e apresentado por Guilhoto (2011), em decorrência de uma variação pequena e ocorrendo em apenas um coeficiente direto, então:

$$\varepsilon_{ij} = \begin{cases} \varepsilon & i = i_1, j = j_1 \\ 0 & i \neq i_1, ou, j \neq j_1 \end{cases} \quad (3.39)$$

e conseqüentemente, o campo de influência de tal variação é aproximado pela expressão abaixo:

$$F(\varepsilon_{ij}) = \frac{B(\varepsilon_{ij}) - B}{\varepsilon_{ij}} = \{f_{kl}(\varepsilon_{ij})\} \quad (3.40)$$

sendo $F(\varepsilon_{ij})$ uma matriz $(n \times n)$ do campo de influência para a mudança no coeficiente técnico a_{ij} ; k e l representam índices similares a i e j , utilizados na matriz F .

Todos os coeficientes A estão associados a matrizes F , presumindo variações únicas a cada um deles.

Os coeficientes técnicos que possuem o maior campo de influência são determinados a partir do cálculo do indicador abaixo, para as matrizes F correspondentes:

$$S_{ij} = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n [f_{kl}(\varepsilon_{ij})]^2 \quad (3.41)$$

Sendo S_{ij} o valor relacionado à matriz $F(\varepsilon_{ij})$. Os coeficientes técnicos que apresentarem os maiores campos de influência possuem os maiores valores de S_{ij} , e estão associados a maiores impactos na economia.

3.8 APLICAÇÃO METODOLÓGICA

A partir da matriz insumo-produto mundial disponibilizada pela WIOD, é construída uma matriz inter-regional para Brasil e China, contemplando 56 setores (para cada país). Para uma primeira análise, faz-se uso do método para o cálculo dos multiplicadores Miyazawa objetivando mensurar o montante de emissões de CO_2 gerado pela economia chinesa através do comércio com os setores brasileiros, em especial com a agropecuária, sob a metodologia empregada por Fritz et al.(1998), Okuyama et al.(1999) e Vale et al.(2018), de maneira adaptada ao presente trabalho.

Primeiramente, são calculados os coeficientes de intensidade de emissões por produto para cada setor dentro desta economia, de acordo com Oliveira et al. (2020), Morán e Río González (2007) e Alcántara e Padilla (2006). Estes coeficientes são dispostos em uma matriz diagonal, que é multiplicada pela matriz Leontief inter-regional, resultando em uma matriz geradora de poluição, ou seja, a matriz de produção ponderada pelo fator de coeficientes de emissões.

Sucessivamente, calculam-se quatro multiplicadores de poluição, com requerimentos diretos, diretos e indiretos, e vinculados a propagação externa e interna das regiões envolvidas, tendo como base o método Leontief-Miyazawa. Realiza-se em seguida as decomposições dos multiplicadores, e cria-se uma matriz das mesmas, indicando a poluição gerada pela China influenciada pela sua relação comercial com o Brasil.

Para realizar o estudo através das técnicas de Índices de Ligação Puros e Campo de Influência, aproveita-se a matriz insumo-produto Brasil-China previamente aplicada para a análise Miyazawa. A fim de calcular os Índices de Ligação HR e determinar os setores-chave dentro desta economia, faz-se uso das matrizes de Leontief, de produção, e de Ghosh, com encadeamentos para frente.

Em relação ao método de Índices de Ligação Puros, calculam-se os índices de ligações para trás, PBL, e os índices de ligações para frente, PFL. Também calculam-se o PBL e PFL normalizados, que podem ser obtidos através da divisão dos índices puros pelo respectivo valor médio.

Por meio disso, é possível considerar os níveis de produção dos setores, brasileiros e chineses, e visualizar os impactos separadamente. No método Campo de Influência, o cálculo é realizado a partir dos coeficientes técnicos de produção, mais uma matriz de elementos adicionais para os coeficientes técnicos. Com isso, determina-se a matriz do campo de influência F para cada coeficiente técnico. Então, conforme a equação supracitada na seção Campo de Influência, sendo S_{ij} seu indicador, determinam-se quais coeficientes possuem maior campo de influência dentro da economia.

3.9 BASE DE DADOS

A base de dados utilizada no presente trabalho foi extraída de uma base de dados mundial realizada por pesquisadores da Universidade de Groningen (Holanda), cujo projeto foi financiado pelo Diretório-Geral de Pesquisa e Inovação da Comissão Europeia, contemplando 43 países - a *World Input-Output Database* para o período de 2000 até 2014, publicada em novembro de 2016, sendo esta versão a mais recente (TIMMER et al., 2015)³. Esta base de dados contém matrizes insumo-produto de 28 países da União Europeia mais 15 outras economias de destaque, incluindo Brasil, China e o resto do mundo. Nestas matrizes, estão contidas componentes do valor adicionado⁴, a tabela de consumo intermediário da produção, e os vetores de demanda

³ É solicitada a menção destes autores para a utilização da base de dados, por parte dos organizadores da WIOD.

⁴ Impostos menos subsídios sobre a produção, ajustes de CIF (*Cost, Insurance and Freight*) e FOB (*Free on Board*) sobre as exportações, compras no exterior por residentes, compras domésticas por não-residentes e margens internacionais de transporte.

final, os quais englobam o consumo das famílias, do governo, gastos de organizações sem fins lucrativos a serviço das famílias, formação bruta de capital fixo e variação de estoque.

Dentro deste banco de dados é possível encontrar matrizes multirregionais entre os países, assim como as nacionais, para 56 atividades. Aqui, utiliza-se a matriz insumo-produto mundial readequada para Brasil e China, e seu uso é justificado por fornecer uma abordagem inter-regional mais aproximada entre as duas economias. Os componentes desta matriz utilizados para a análise insumo-produto proposta neste trabalho são o consumo intermediário e demanda final de Brasil e China.

De maneira a adicionar o elemento ambiental à análise, emprega-se aqui também um conjunto de tabelas de emissões de 2000 a 2016, mensurados em *kt* (quilogramas-tonelada) de CO₂, publicadas em 2019 pelo *Joint Research Centre* da Comissão Europeia ⁵(CORSATEA et al., 2019). Estas tabelas contemplam os dados de emissões por setor compatíveis com a WIOD de 2016, para o mesmo conjunto de países e atividades.

No presente trabalho, são empregadas as tabelas de emissão de CO₂ por setor de Brasil e China, na elaboração da matriz geradora de poluição total. Como aqui a análise é direcionada às emissões geradas pela China, é selecionada a seção da matriz geradora de poluição que contempla os setores chineses. Sua utilização é destinada ao cálculo dos coeficientes de emissão por *VBP/DT* (Valor Bruto da Produção ou Demanda Total), os quais fazem-se auxiliares na análise de emissões no comércio internacional dos países em foco no presente estudo.

Tanto para a matriz insumo-produto internacional Brasil-China como para a tabela de emissões, o ano observado para o trabalho é de **2014**. A classificação das atividades em grandes setores é definida conforme abaixo:

- Setor Primário: A01 a B, indicando os quatro setores-base na economia;
- Setor Secundário: C10-C12 a F, contemplando os vinte e três setores de transformação (indústria);
- Setor Terciário: G45 a U, incorporando os vinte e nove setores de serviços.

Para diferenciar os setores produtivos de Brasil e China, inclui-se o apóstrofo 'chn' ao lado de cada código, identificando setores chineses. Os setores brasileiros somente apresentam o código. O quadro 1 abaixo relaciona os setores de acordo com seus códigos, adaptado a partir da nomenclatura adotada na WIOD.

⁵ Também é solicitada a menção destes autores pela organização da WIOD.

QUADRO 1 – SETORES ECONÔMICOS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO SETOR
A01	Agropecuária e Atividades Correlatas
A02	Extrativismo Vegetal
A03	Pesca e Aquicultura
B	Mineração e Extração
C10-C12	Indústria Alimentícia, de Bebidas e Tabaco
C13-C15	Indústria Têxtil, Vestuário e Produtos de Couro
C16	Indústria Madeireira e Seus Produtos
C17	Fabricação de Papel e Seus Produtos
C18	Impressão e Reprodução de Mídia
C19	Fabricação de Coque e Produtos Refinados do Petróleo
C20	Indústria Química e Seus Produtos
C21	Indústria Farmacêutica
C22	Fabricação de Borracha e Produtos Plásticos
C23	Fabricação de Outros Produtos Minerais Não-Metálicos
C24	Fabricação de Metais Básicos
C25	Fabricação de Produtos de Metal, Exceto Maquinário e Equipamentos
C26	Fabricação de Computadores, Eletrônicos e Produtos Ópticos
C27	Fabricação de Equipamentos Elétricos
C28	Fabricação de Maquinário e Equipamentos
C29	Fabricação de Veículos Motorizados, Trailers e Semi-Trailers
C30	Fabricação de Outros Equipamentos de Transporte
C31-C32	Fabricação de Móveis e Outros
C33	Reparo e Instalação de Maquinário e Equipamentos
D35	Fornecimento de Eletricidade, Gás, Vapor e Ar Condicionado
E36	Coleta de Água, Tratamento e Fornecimento
E37-E39	Tratamento de Esgoto e Resíduos
F	Construção
G45	Mercado de Atacado e Varejo e Reparo de Veículos Motorizados
G46	Mercado de Atacado, Exceto de Veículos Motorizados
G47	Varejo, Exceto Veículos Motorizados
H49	Transporte Terrestre e Via Oleodutos
H50	Transporte Aquático
H51	Transporte Aéreo
H52	Armazenamento e Logística
H53	Atividades Postais e de Correio
I	Serviços de Hospedagem e Alimentação
J58	Atividades Publicitárias
J59-J60	Cinema, Transmissão e Atividades Audiovisuais
J61	Telecomunicações
J62-J63	Serviços de Tecnologia da Informação, Programação, Consultoria e Outros
K64	Serviços Financeiros, Exceto Seguros e Fundos de Pensão
K65	Seguridade, Resseguros e Fundos de Pensão, Exceto Seguridade Social Compulsória
K66	Atividades Auxiliares aos Serviços Financeiros e de Seguros
L68	Atividades Imobiliárias
M69-M70	Atividades Legais, Contábeis e Consultoria de Gestão
M71	Atividades de Arquitetura e Engenharia, Teste Técnico e Análise
M72	Pesquisa Científica e Desenvolvimento
M73	Publicidade e Pesquisa de Mercado
M74-M75	Outras Atividades Técnicas, Científicas e Veterinárias
N	Serviços Administrativos e de Suporte
O84	Administração Pública e Defesa; Seguridade Social Compulsória
P85	Educação
Q	Área da Saúde e Serviço Social
R-S	Outros Serviços
T	Atividades Domésticas em Geral
U	Atividades de Entidades e Organizações Extraterritoriais

FONTE: Elaboração própria a partir dos dados da WIOD (2016).

4 RESULTADOS

Neste capítulo, os resultados encontrados para a estrutura econômica/comercial entre Brasil e China serão analisados, a iniciar pela interdependência produtiva dos setores dos dois países, através dos índices de ligação H-R, sucessivamente pela análise dos índices puros de ligação e da análise do campo de influência, seguida pela avaliação dos multiplicadores Miyazawa para a poluição gerada pelo comércio nesta relação bilateral.

Desta forma, avaliando as relações entre os setores, determinam-se quais elos são de maior destaque, se há a ocorrência de setores-chave, quais são os maiores demandantes, e qual a relevância do setor agropecuário brasileiro dentro desta economia inter-regional, em termos ambientais, ou em termos de participação nas emissões de CO₂, assim como nas cadeias produtivas.

Para uma visualização analítica, as tabelas apresentam os valores classificados por *rank*. O ranqueamento apresentado para os índices de ligação e multiplicadores Miyazawa foi elaborado com o intuito de demonstrar a relevância de cada setor dentro desta economia inter-regional. Para os índices de ligação H-R, o ranking está organizado pelos BL (*backward linkages*); para os índices de ligação puros (GHS) pelo PLTN e para os multiplicadores Miyazawa pelas emissões de CO₂ por US\$ de produto.

4.1 ÍNDICES DE LIGAÇÃO HIRSCHMANN-RASMUSSEN

Os dez maiores índices de ligações para trás e para a frente, sob a ótica do método Hirschmann-Rasmussen, encontrados para a economia Brasil-China estão dispostos na tabela 1. A ocorrência de setores-chave, ou seja, aqueles setores que contribuem acima da média para o crescimento da economia, é verificada quase que majoritariamente para setores produtivos chineses.

Os maiores *BL* (*backward linkages*) e *FL* (*forward linkages*) com valores superiores a 1, conjuntamente, foram encontrados nos setores relacionados à atividades industriais, com destaque para o setor da indústria de computadores, eletrônicos e produtos ópticos (C26-chn), com *BL* e *FLG* (que são os *forward linkages* para o método de Ghosh) de 2,72 e 1,989, respectivamente; da indústria têxtil, vestuário e produtos de couro (C13-C15-chn), com *BL* de 2,22 e *FL* de 2,35; de equipamentos elétricos (C27-chn), com *BL* de 2,13 e *FLG* de 1,46; e da indústria química (C20-chn) com *BL* de 1,64 e *FLG* de 2,02, similar ao apresentado por Borghi (2023), para os setores da indústria química e outros setores industriais, como fabricação de Outros produtos minerais não-metálicos.

Também há convergência com as evidências encontradas por Guilhoto et al. (2010), para os encadeamentos para trás na economia chinesa, nos setores de Equipamentos Eletrônicos, Madeira e Móveis e na Indústria Têxtil. Da mesma forma verifica-se nos encadeamentos a montante, especialmente no setor de Refino de Petróleo.

TABELA 1 – ÍNDICES DE LIGAÇÃO H-R E SETORES-CHAVE - 10 IMPORTANTES

CÓD.	BL	FL	FLG	SETORES-CHAVE	Rank
C26-chn	2,728	3,110	1,989	Setor-Chave	1
C31-C32-chn	2,331	0,588	1,467	Setor-Chave	2
C13-C15-chn	2,224	2,357	1,628	Setor-Chave	3
C27-chn	2,137	1,873	1,461	Setor-Chave	4
C28-chn	1,901	1,849	1,287	Setor-Chave	5
C29-chn	1,804	1,653	1,116	Setor-Chave	6
C25-chn	1,795	1,420	1,532	Setor-Chave	7
C22-chn	1,789	1,630	1,889	Setor-Chave	8
H51-chn	1,736	0,600	1,474	Setor-Chave	9
C20-chn	1,649	3,910	2,027	Setor-Chave	10

FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD.

Analisando os setores brasileiros, de acordo com a tabela 2, a ocorrência de setores-chave é observada nos setores de fabricação de coque e produtos de refino de petróleo (C19), com *BL* de 1,19 e *FLG* de 1,07; de fabricação de metais básicos (C24), com *BL* de 1,16 e *FLG* de 1,14; e de fabricação de papel e derivados (C17), com *BL* de 1,06 e *FLG* de 1,138.

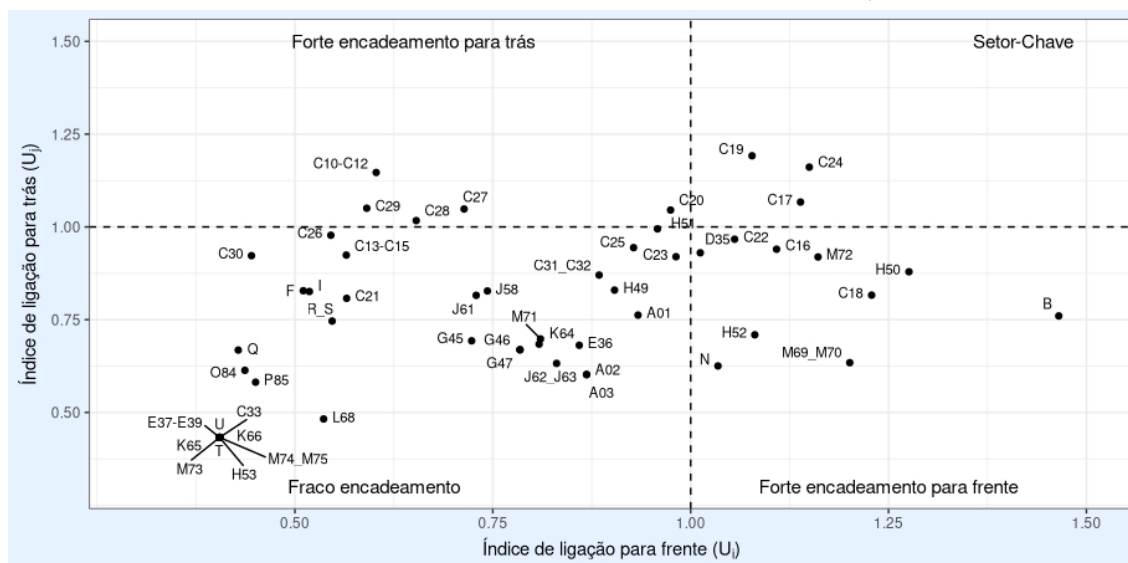
TABELA 2 – ÍNDICES DE LIGAÇÃO H-R E SETORES-CHAVE - BRASIL

CÓD.	BL	FL	FLG	SETORES-CHAVE
C19	1,191	1,579	1,077	Setor-Chave
C24	1,161	1,022	1,149	Setor-Chave
C17	1,066	0,744	1,138	Setor-Chave
A01	0,762	0,938	0,933	-

FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD.

Os gráficos a seguir ilustram os índices de ligação para os dois países, e a ocorrência de setores-chave.

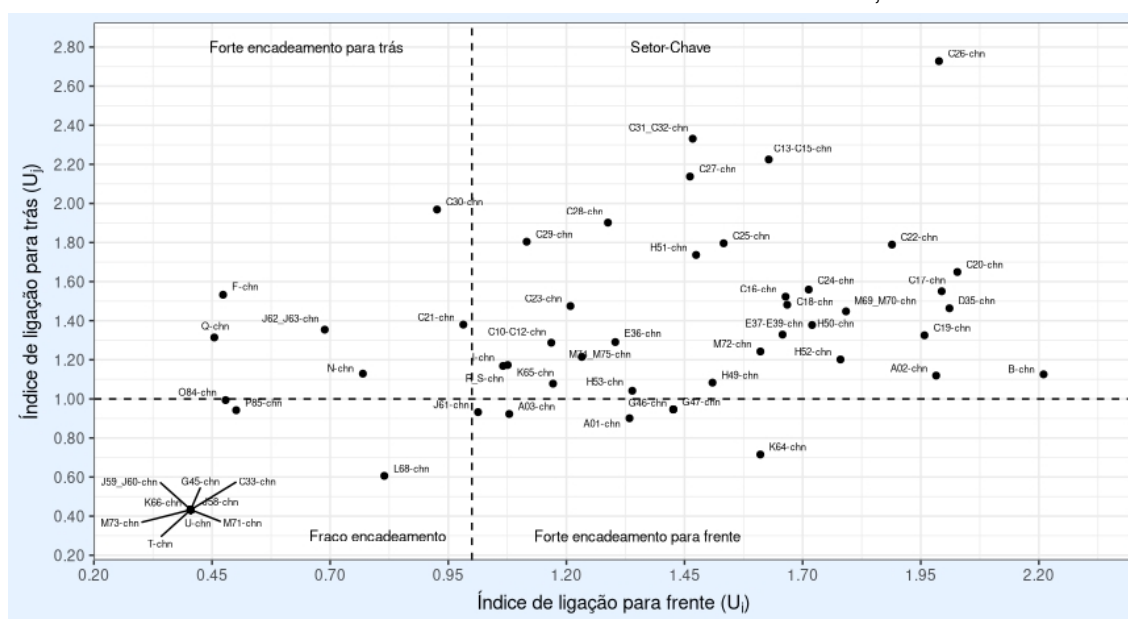
FIGURA 3 – ÍNDICES HIRSCHMANN-RASMUSSEN, BRASIL



FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

NOTA: Índices de ligação para o Brasil, com *forward linkages* calculados pela matriz de Ghosh.

FIGURA 4 – ÍNDICES HIRSCHMANN-RASMUSSEN, CHINA



FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

NOTA: Índices de ligação para a China, com *forward linkages* calculados pela matriz de Ghosh.

Para o setor agropecuário brasileiro e atividades correlatas, A01, que é o objeto de pesquisa, não há ocorrência de setor-chave. Entretanto, para dados de 2014, possui encadeamentos para trás e para frente maiores que 0,75, sendo ainda que menor escala, importante para o crescimento da economia, considerando os fluxos de bens e serviços. Como possui um *FLG* de 0,93, isto significa que, dada uma variação unitária na demanda final dos demais setores da economia, geraria um aumento um pouco

abaixo da média no próprio setor - em outras palavras, sua dependência dos demais setores situa-se um pouco abaixo da média.

Mesmo com as duas economias integradas e com prevalência de setores da estrutura produtiva chinesa, os setores-chave aqui apresentados, tanto nos *backward linkages* como nos *forward linkages*, têm certa proximidade com as evidências apresentadas por Guilhoto et al. (2010), apesar dos autores utilizarem dados da série histórica de meados da década de 1980 até 2007.

4.2 ÍNDICES PUROS DE LIGAÇÃO

Ao analisar os índices puros de ligação, o setor de maior destaque por conta de seu encadeamento à jusante (para trás) é o setor de Construção (F-chn), com *PBLN* de 39,76 e *PTLN* de 20,39. Este setor foi o que mais impactou esta economia, seguido do setor de fabricação de produtos alimentícios, bebidas e tabaco (C10-C12-chn) e de fabricação de metais básicos (C24-chn). Este resultado demonstra que o setor é o maior demandante dentro deste sistema econômico, além de representar o impacto do valor total de sua produção sobre o restante da mesma, excluindo a demanda de insumos próprios e os retornos do restante da economia sobre o setor (ou região) e vice-versa (GUILHOTO, 2011).

Outros setores em que o *PBLN* é maior que 1 são: o de fabricação de produtos alimentícios, bebidas e tabaco (C10-C12-chn), de fabricação de maquinário e equipamentos (C28-chn); de fabricação de veículos automotivos (C29-chn); e de saúde e trabalho social (Q-chn). Os setores brasileiros com *PBLN* acima de 1 são: de Construção (Construção) e de fabricação de produtos alimentícios, bebidas e tabaco (C10-C12).

Em relação ao índice puro de ligação (*PFLN*) para frente, novamente verificam-se que os maiores índices pertencem majoritariamente aos setores chineses, com destaque para o setor de fabricação de metais básicos (C24-chn), com *PFLN* de 9,416 e de fabricação de produtos químicos/indústria química (C20-chn). Estes índices mostram o impacto puro do valor da produção no resto da economia sobre estes setores, que estão entre os maiores ofertantes dentro desta análise inter-regional. Os setores de destaque estão contemplados na tabela 3 a seguir, ordenados pelo seu *PTLN*:

TABELA 3 – ÍNDICES DE PUROS DE LIGAÇÃO NORMALIZADOS - DESTAQUES

CÓD.	PBLN	PFLN	PTLN	Rank
F-chn	39,76	0,574	20,39	1
C10-C12-chn	5,466	4,327	4,903	2
C24-chn	0,154	9,416	4,731	3
C28-chn	6,071	2,900	4,504	4
C29-chn	6,513	1,973	4,269	5
C20-chn	0,331	6,752	3,505	6
G46-chn	1,827	5,197	3,493	7
A01-chn	1,746	5,180	3,443	8
C27-chn	3,336	3,412	3,374	9
B-chn	0,104	6,460	3,246	10

FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD.

Estendendo a análise para o setor de agropecuária, caça e serviços correlatos (A01) brasileiro, verificam-se que seus indicadores *PBLN* e *PFLN*, 0,176 e 0,59, respectivamente, indicam fracos encadeamentos, com relevância abaixo da média para a economia apresentada (Tabela 4). De acordo com o método utilizado, o setor demanda muito pouco dos outros setores dentro desta análise inter-regional, e o impacto puro do *VBP* total do restante da economia é baixo, caracterizando o setor agropecuário A01 brasileiro como um dos menores ofertantes.

Dados os desdobramentos expostos para os índices de ligação H-R e GHS (índices puros), pode-se afirmar que os encadeamentos baixos do setor agropecuário brasileiro (A01) revelam que seus efeitos dentro desta economia arranjada são menores do que em comparação com a sua contraparte chinesa, na capacidade de impulsionar o crescimento, em conjunto com os demais setores, em concordância com Marconi et al. (2016).

TABELA 4 – ÍNDICES DE PUROS DE LIGAÇÃO NORMALIZADOS - BRASIL

CÓD.	PBLN	PFLN	PTLN
C10-C12	1,191	0,223	0,713
F	1,106	0,131	0,624
G47	0,317	0,607	0,460
K64	0,241	0,615	0,426
A01	0,176	0,590	0,380
O84	0,679	0,063	0,375

FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD.

Estes resultados apresentam similaridade com o trabalho de Guilhoto et al. (2010), para os índices puros de ligação a jusante (para trás), nos setores chineses da Construção (F-chn), Alimentos e Bebidas (C10-C12-chn) e Maquinário (C28-chn),

apesar de uma análise comparativa separada para as duas economias. O mesmo é verificado para os setores de Alimentos e Bebidas e Construção, no caso brasileiro.

Para os índices puros de ligação a montante (para frente) também há semelhança com o estudo dos autores supracitados, nas atividades da Construção, Alimentos e Bebidas, Metalurgia, Maquinário, Indústria Química e Agricultura, no caso chinês; para o Brasil, Alimentos e Bebidas e Construção novamente destacam-se. Em consonância com o mesmo estudo (GUILHOTO et al., 2010), os setores de Construção, Alimentos e Bebidas são os que possuem os maiores índices puros de ligação totais normalizados (PLTN), para China e Brasil.

4.3 CAMPO DE INFLUÊNCIA

Seguindo para os resultados analisados através do instrumental do campo de influência, o qual é responsável por evidenciar as ligações intersetoriais de maior importância no sistema produtivo, observam-se as relações descritas no gráfico mais abaixo, na figura 5. Destaca-se nitidamente os fortes elos de ligação setoriais na estrutura produtiva chinesa, indicando que os setores são sensíveis a mudanças e consequentemente, gerariam impactos na economia.

Entre os setores com fortes encadeamentos setoriais observados pela ótica de compras (colunas) estão os setores de fabricação de produtos têxteis, vestiário e couro (C13-C15-chn), de fabricação de computadores, eletrônicos e produtos ópticos (C26-chn) e de fabricação de veículos automotores (C29-chn). Pela ótica das vendas (linhas), os setores chineses também estão em destaque, principalmente os setores de energia, eletricidade, gás (D35-chn), no setor C13-C15-chn e em C26-chn.

Os encadeamentos fortes, em cruz, onde os fluxos de venda e compras são os mais importantes, são verificados somente na estrutura produtiva setorial chinesa, sendo os setores C13-C15-chn e C26-chn com os maiores campos de influência para o sistema econômico analisado, com impactos significativos para o mesmo. Para o Brasil, o encadeamento em cruz é encontrado no setor de fabricação de coque e produtos refinados do petróleo (C19), sendo fraco e abaixo da média, pontuais no próprio setor e em D35 (Eletricidade, Gás), além de alguns setores produtivos chineses. O setor agropecuário brasileiro A01 apresenta elos de ligação muito baixos, pontuais apenas com os setores C13-C15-chn e C26-chn pela ótica de vendas e compras, sendo muito pouco sensível a mudanças, caso ocorram pequenas variações nos coeficientes diretos de insumo.

Em consonância com os resultados encontrados na análise do campo de influência por Borghi (2023), a produção industrial chinesa se tornou mais integrada entre seus setores, com encadeamentos acima da média. Os encadeamentos do setor de

4.4 COEFICIENTES DE INTENSIDADE DE EMISSÕES

Seguindo para os coeficientes de intensidade de emissões de CO₂, dentro do campo ambiental, observa-se o setor de recursos energéticos (D35-chn) como o principal emissor, para cada unidade de produto. Em seguida, o setor de fabricação de outros produtos minerais não-metálicos (C23-chn) e os setores brasileiros de transporte aéreo (H51), de fabricação de metais básicos (C24), C23 e de transporte aquático (H50) também aparecem como setores poluentes sob esta ótica. O comércio internacional entre os dois países ainda não é considerado, e os setores são analisados de forma distinta. A tabela abaixo apresenta os dez principais setores emissores de CO₂.

TABELA 5 – COEF. DE INTENSIDADE DE EMISSÕES DE CO₂ - 10 PRINCIPAIS

Setores	CO ₂ por Produto	Rank
D35-chn	4,0655356	1
C23-chn	2,1578676	2
H51	2,0130024	3
C24	1,9111948	4
C23	1,4516504	5
H50	1,3405626	6
E37-E39-chn	1,3200314	7
D35	1,0448299	8
H50-chn	1,0009770	9
C24-chn	0,7849940	10

FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

Conforme o resultado constatado em Barcelos (2023), Zhao e Qi (2008), Zhang et al. (2019) e Zapparoli et al. (2018), os coeficientes de intensidade de emissões apontam o setor de energia chinês, D35-chn, como o principal setor responsável por emissões de CO₂.

4.5 MÉTODO LEONTIEF-MIYAZAWA - MULTIPLICADORES MIYAZAWA

4.5.1 Requerimentos Diretos de Insumo

Na análise dos multiplicadores Miyazawa, observa-se que os multiplicadores (requerimentos) diretos de insumo relacionados com o comércio Brasil-China, com ênfase no país asiático, a poluição gerada foi identificada em maior intensidade no comércio com os setores brasileiros da indústria química (C20), de fabricação de borracha e produtos plásticos (C22) e de fabricação de produtos de outros minerais não-metálicos (C23).

Este resultado indica que, a cada dólar utilizado por estes setores para a compra direta de insumos da China, gera no país asiático um percentual induzido e

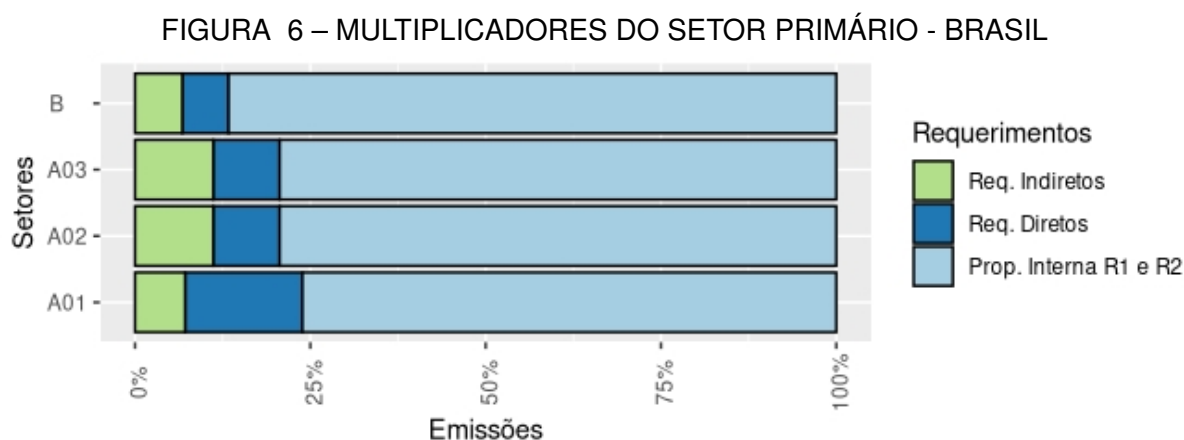
incorporado de poluição, em emissões de CO₂ por dólar de produto.

4.5.2 Requerimentos Indiretos de Insumo

Para os requerimentos indiretos, C20 e C22 novamente estão entre os setores que induzem a geração de poluição na região 2 (China), abaixo do setor de fabricação de equipamentos elétricos (C27) e da indústria alimentícia, de bebidas e tabaco (C10-C12).

Da mesma forma que os requerimentos diretos, estes setores induziram a geração de um percentual de poluição incorporado a cada dólar de produto total comercializado com a China, influenciada pela tecnologia de produção B1 da região 1 (Brasil), ou seja, quando estes setores brasileiros interagem nas relações interindustriais das demais atividades produtivas domésticas.

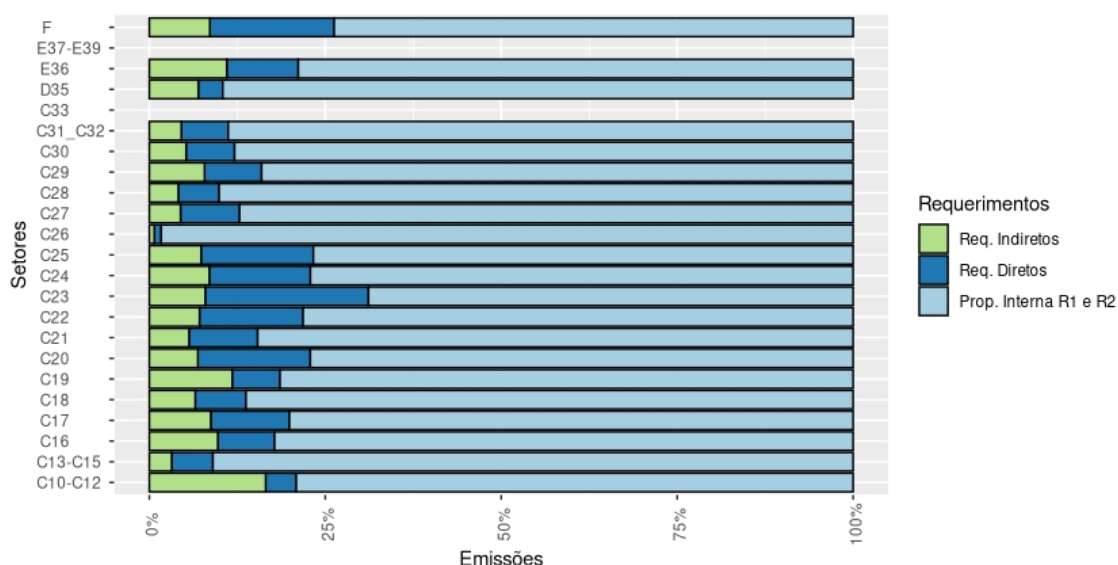
Os gráficos abaixo ilustram as propagações dos multiplicadores por grandes setores da economia (setor primário, industrial e serviços), em relação ao multiplicador total¹.



FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

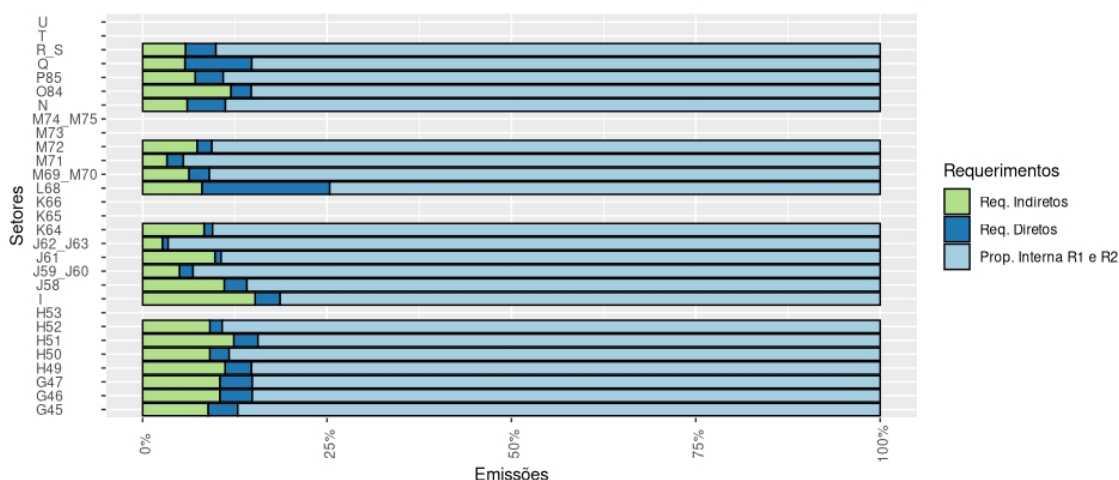
¹ No capítulo de Apêndice 1 encontram-se tabelas com os totais de emissões de CO₂ relacionados com VBP por setor.

FIGURA 7 – MULTIPLICADORES DO SETOR INDUSTRIAL - BRASIL



FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

FIGURA 8 – MULTIPLICADORES DO SETOR DE SERVIÇOS - BRASIL



FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

4.5.3 Propagação Interna de Brasil e China

Quanto aos resultados da propagação interna das regiões 1 e 2 (Brasil e China), quando uma região passa por mudanças em seu sistema produtivo com consequente desencadeamento de efeitos multiplicadores dentro da própria região, a poluição gerada de forma induzida é mais intensa nos setores C26, C27 e C28 (fabricação de maquinário e equipamentos). Nos três grandes setores, a poluição gerada pela propagação interna das regiões 1 e 2 é verificada de forma majoritária.

As implicações disto, conforme explicado por Vale et al. (2018), apontam para a demanda de insumos da China por parte dos setores brasileiros, que consequentemente aumentam a produção chinesa. Para isto, a economia do país asiático

necessitará de insumos do Brasil e, da mesma forma, estimula a produção brasileira. Este acréscimo produtivo se faz através de um novo requerimento de insumos da China pelos setores brasileiros, desencadeando um processo cíclico. E a cada dólar de produto dentro deste processo, está incorporado um percentual de emissões de CO₂ gerados pela economia chinesa.

4.5.4 Propagação Interna e Externa

É verificado o mesmo resultado na análise da propagação interna da região 1 (Brasil) e propagações interna e externa da região 2 (China), assim como no setor da indústria têxtil, vestuário e produtos de couro (C13-C15). Sob esta observação, *i. e.*, pelo multiplicador total de produção, os setores da região 1 (Brasil) demandam insumos da região 2 (China) desencadeando um processo produtivo nesta, de forma direta, indireta e induzida.

Como nas propagações internas, a produção gerada na China está associada a um montante de poluição (emissões de CO₂) por dólar de produto. Em outras palavras, são considerados coeficientes de poluição para cada dólar de produto total na China decorrentes dos multiplicadores de produção do Brasil, originados das exportações iniciais deste processo. Similarmente aos resultados de Vale et al. (2018), através desta observação verificaram-se valores muito residuais.

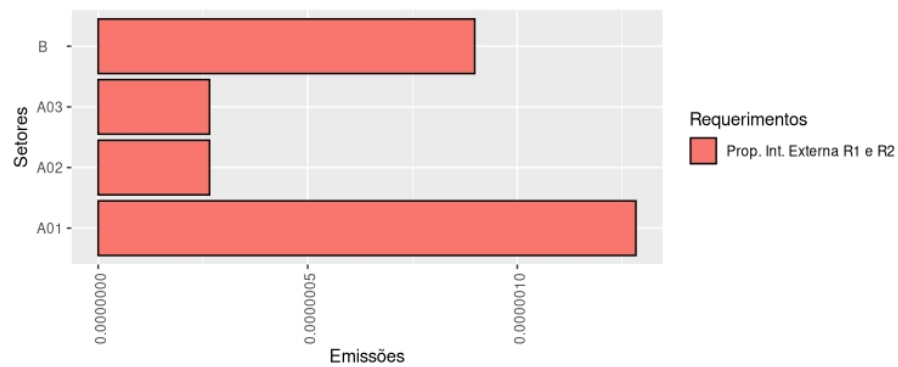
4.5.5 Análise Miyazawa para o setor agropecuário brasileiro

Nos resultados voltados para o setor agropecuário A01 brasileiro, a poluição gerada pela China devido ao comércio com o Brasil, pelos requerimentos diretos, situa-se na 8ª posição em comparação com o mesmo indicador dos outros setores. Nos requerimentos indiretos, dentro deste comércio bilateral, o setor situa-se na 17ª posição, como setor indutor de poluição na estrutura setorial chinesa.

Dentro da avaliação das propagações internas das duas regiões, o setor A01 encontra-se na 16ª posição, como indutor de poluição. Considerando as propagações interna e externa das duas regiões, em relação aos efeitos multiplicadores que transbordam para além da região impactada, o setor permanece na mesma posição, apesar da diferença nos valores de montantes de emissões de CO₂ para estas duas análises.

Para uma melhor visualização das propagações externas, seguem os gráficos a seguir com a mesma classificação.

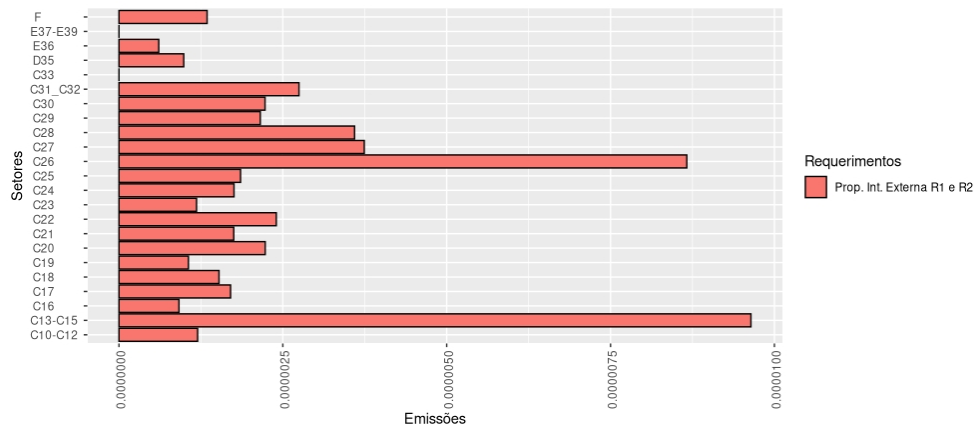
FIGURA 9 – MULTIPLICADORES DO SETOR PRIMÁRIO - BRASIL



FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

NOTA: Propagação interna e externa das regiões 1 e 2.

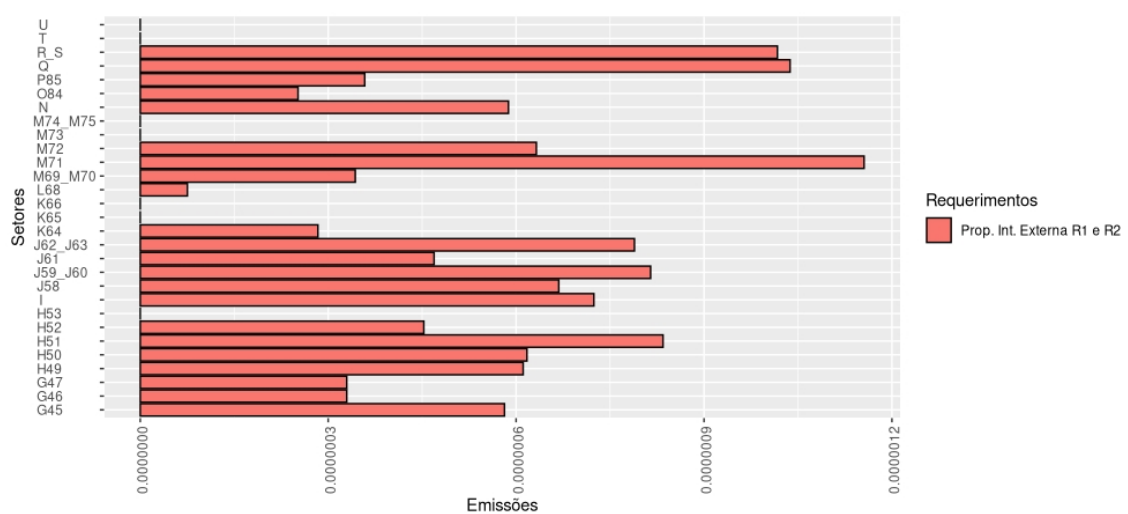
FIGURA 10 – MULTIPLICADORES DO SETOR INDUSTRIAL - BRASIL



FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

NOTA: Propagação interna e externa das regiões 1 e 2.

FIGURA 11 – MULTIPLICADORES DO SETOR DE SERVIÇOS - BRASIL



FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

NOTA: Propagação interna e externa das regiões 1 e 2.

Mesmo com as propagações internas apresentando os maiores níveis de emissões de CO₂ por produto, por parte da China, ainda assim os resultados aqui

encontrados apresentam de maneira complementar com as evidências de Vale et al. (2018) e de Oliveira et al. (2020), na análise dos multiplicadores em conjunto. Estes trabalhos apresentaram através de séries históricas a redução dos níveis de emissão de CO₂ para nações industrializadas. A China, com um parque industrial que demonstra uma estrutura produtiva superior em comparação ao Brasil, aparenta diminuir a poluição gerada por suas exportações, o que pode ser caracterizado como efeito técnico (redução de emissões pelo comércio através de melhorias nas técnicas produtivas).

De modo a contribuir com estes estudos e tomando como referência uma análise descritiva realizada por Hu (2016), aceita-se que no ano de 2014 as emissões de CO₂ pela China tiveram redução, com efeito no comércio internacional. Com isso, observa-se que o comércio do país asiático com o Brasil tem tendência de melhora na questão ambiental.

Em síntese, nas relações sobre o multiplicador total, baseando-se na soma das colunas dos multiplicadores, isto é, em termos absolutos, observa-se os resultados contidos na tabelas dispostas no Apêndice 1. A poluição gerada é de maior intensidade no multiplicador de propagação interna das regiões 1 e 2 (Brasil e China, respectivamente).

De acordo com as evidências apresentadas no presente capítulo, os fortes encadeamentos produtivos são fortemente mais presentes na estrutura produtiva setorial chinesa, em comparação com o Brasil. Inclusive no setor agropecuário, onde a China possui certa autossuficiência, dependendo de mercados externos apenas para suprir o déficit na produção de algodão e soja (VIEIRA et al., 2016).

5 CONCLUSÕES

Apesar de serem duas economias emergentes e de participarem do mesmo bloco, Brasil e China apresentam estruturas produtivas distintas. O país asiático passou por profundas reformas econômicas desde o final da Revolução Cultural em 1976, como reestruturação no sistema de preços, no setor bancário e no comércio internacional. Antes mesmo, o Estado chinês já havia iniciado uma política de desenvolvimento, fomentando ciência e tecnologia (PUGA et al., 2004). Com a junção das diretrizes econômicas e de pesquisa, foi possível o rápido crescimento do país, com investimentos em infra-estrutura, na indústria e proporcionou a sua inclusão como um dos expoentes do comércio internacional, a partir da década de 1990.

No período da segunda metade dos anos 2000 até o ano de 2014, do qual trata o presente trabalho, a China promoveu dois planos de desenvolvimento social e econômico (o 11º Plano Quinquenal, de 2006 a 2010 e o 12º Plano Quinquenal, de 2011 a 2015), sendo alguns dos objetivos a redução de emissões por parte dos setores poluentes e o aumento da eficácia energética (HEILMANN; MELTON, 2013), uma vez que o setor de geração de energia relaciona-se com emissões de GEE.

O presente trabalho empregou o método Miyazawa para a análise de emissões pelo comércio internacional, e pelos resultados encontrados, pode-se concluir que há esforço pelo governo chinês na busca de uma economia verde e mais sustentável, através da mitigação gradual de poluição atmosférica, conforme Hu (2016). Esta busca da China por um crescimento econômico ponderado por mitigação de poluição atmosférica, pode refletir nas suas relações comerciais com o Brasil, tornando-as mais ecologicamente sustentáveis.

As emissões de CO₂ geradas na economia chinesa foram induzidas em sua grande parte pela propagação interna dos setores brasileiros, ainda assim, em baixa quantidade por produto. A poluição induzida pelo setor fabricação de computadores, eletrônicos e equipamentos ópticos brasileiro (C26) foi a mais expressiva, pela propagação interna. A suposição atribuída a este resultado pode estar relacionada à demanda da atividade por insumos da China, o que acarreta geração de emissões de CO₂.

Desta forma, setores que requerem insumos do país asiático, por quaisquer requerimentos, induzem a emissão de CO₂, dependendo da quantidade demandada. O setor de fabricação de computadores, eletrônicos e equipamentos ópticos brasileiro (C26), neste caso, ao demandar insumos intensivos em tecnologia, induz a geração de poluição em emissões de CO₂ pela China, país que possui vantagem comparativa em relação ao Brasil nesta área. Portanto, o nível de poluição induzido por esta atividade é

o mais alto devido à dependência tecnológica enfrentada pelo Brasil.

O setor de agropecuária e atividades correlatas (A01) nacional possui maior participação nas emissões de CO₂ na China pela propagação interna, mas em menor intensidade por produto. Esta atividade vende à sua equivalente chinesa um volume considerável¹ e possui participação expressiva na oferta de insumos para o setor de fabricação de produtos alimentícios, bebidas e tabaco (C10-C12-chn). Mesmo dependente de setores domésticos, o setor demanda insumos chineses, em especial da indústria química (C20-chn).

O mesmo raciocínio apresentado anteriormente para o setor de fabricação de computadores, eletrônicos e equipamentos ópticos (C26) aplica-se à análise do setor de agropecuária e atividades correlatas (A01), em termos de indução de emissões de CO₂. Os produtos demandados do país asiático podem contemplar fertilizantes, defensivos agrícolas e outros produtos necessários à atividade, inclusos na produção da indústria química chinesa.

Os outros métodos de análise insumo-produto aplicados revelaram poucas interações na produção entre Brasil e China, mesmo com o uso de uma matriz inter-regional para as duas regiões. O Brasil apresenta uma pauta exportadora composta em grande parcela por *commodities*, e têm se especializado no fornecimento de produtos primários ao longo dos anos.

Entre as décadas de 1970 e 1980, o país adota uma estratégia de desenvolvimento fundamentada na política de substituição de importações; a China, por sua vez, promove o desenvolvimento orientando sua economia para a exportação. E de acordo com os resultados apresentados para o ano de 2014, a produção do setor agropecuário A01 destinou-se à demanda final doméstica, majoritariamente ao consumo das famílias, com grande participação da atividade na estrutura produtiva nacional e em nível menor na economia chinesa, em comparação à mesma atividade no país asiático.

Os encadeamentos produtivos evidenciados através da metodologia mostram fortes elos de ligação entre os setores produtivos chineses, fato este que pode estar relacionado aos planos quinquenais implementados em 1978, que proporcionaram grande crescimento no país nas últimas décadas, com subsequente fortalecimento dos setores, sob forte gerenciamento do Estado chinês (CHEN et al., 2017). Nas atividades capitaneadas pelo aparato estatal o crescimento foi rápido, e com grandes retornos.

Considerando o contexto atual do comércio internacional brasileiro, com uma crescente demanda de produtos agrícolas e outros de origem primária por parte da China, e o arranjo aqui estabelecido para as duas economias, o presente trabalho espera contribuir com uma nova perspectiva para a relação comercial sino-brasileira,

¹ O setor A01-chn, no entanto, fornece muito mais para a economia chinesa.

sem esgotar o assunto, incorporando o fator ambiental. Em suma, como descreve Conti e Blikstad (2018), a China busca no Brasil um fornecedor de *commodities* agrícolas e de outros bens de origem primária, um mercado interno consumidor para os produtos de sua indústria, terras, jazidas e empresas estratégicas para o seu capital assim como uma melhoria da infraestrutura para escoamento dos insumos demandados.

Nesta mesma linha, Cunha et al. (2011) levantam um debate a respeito do futuro desta relação bilateral, e o papel do Brasil na mesma, como fornecedor de *commodities* ou como um importante agente dentro da produção chinesa, por meio de acordos comerciais que possam beneficiar a agropecuária nacional e os demais setores produtivos.

REFERÊNCIAS

ALCÁNTARA, V.; PADILLA, E. An input-output analysis of the "key" sectors in CO₂ emissions from a production perspective: an application to the Spanish economy. **Working papers**, n. 1, fev. 2006. Disponível em: <http://www.ecap.uab.es>.

BARCELOS, T. R. F. Padrão de emissões de gases efeito estufa e inserção em cadeias globais de valor: um estudo comparativo entre Brasil e China no período 2000-2016. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.ie.ufrj.br/pos-graduacao-j/pos-graduacao-em-economia/ppge-dissertacoes-e-teses.html>.

BIANCARELLI, A.; ROSA, R.; VERGNHANINI, R. O setor externo no governo Dilma e seu papel na crise. In: CARNEIRO, R.; BALTAR, P.; SARTI, F. **PARA ALÉM DA POLÍTICA ECONÔMICA**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018. P. 91–125. ISBN 978-85-9546-257-1.

BISTAFA, P. V.; PORSSE, A. A. Uso da Água e Comércio Inter-Regional: uma análise de insumo-produto para o Estado do Paraná * Water use and Inter-regional trade in Paraná: an input-output analysis * Uso del Agua y Comercio Interregional: un análisis de insumo-producto para el Estado de Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 41, n. 138, p. 141–157, Jan./Jun. 2020.

BORGHI, R. A. Z. Structural change and industrial linkages: a perspective on China's growth pattern, 1995-2009. **International Review of Applied Economics**, Routledge, v. 37, p. 253–274, 2 2023. ISSN 14653486. DOI: [10.1080/02692171.2023.2184464](https://doi.org/10.1080/02692171.2023.2184464).

BRASIL. **ComexStat**. Acessado em: 02 de maio de 2024. 2024. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/107101>.

CHEN, D.; LI, O. Z.; XIN, F. Five-year plans, China finance and their consequences. **China Journal of Accounting Research**, Sun Yat-sen Medical University, v. 10, n. 3, p. 189–230, set. 2017. ISSN 17553091. DOI: [10.1016/j.cjar.2017.06.001](https://doi.org/10.1016/j.cjar.2017.06.001).

CONTI, B. de; BLIKSTAD, N. Impactos da economia chinesa sobre a brasileira no início do século XXI: o que querem que sejamos e o que queremos ser. In: CARNEIRO, R.; BALTAR, P.; SARTI, F. **PARA ALÉM DA POLÍTICA ECONÔMICA**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018. P. 55–90. ISBN 978-85-9546-257-1.

CORSATEA, T. D.; LINDNER, S.; ARTO, I.; ROMÁN, M. V.; RUEDA-CANTUCHE, J. M.; AFONSO, A. V.; AMORES, A. F.; NEUWAHL, F. World Input-Output Database Environmental Accounts. Update 2000-2016. In: EUR 29727 EN. Acesso em: 03 de maio de 2024. ISBN 978-92-76-02068-4. DOI: [10.2760/024036](https://doi.org/10.2760/024036). Disponível em: <https://ec.europa.eu/jrc>. Citado 1 vez na página 39.

CUNHA, A. M.; DA, J.; BICHARA, S.; MONSUETO, S. E.; TADEU, M.; LÉLIS, C. Impactos da ascensão da China sobre a economia brasileira: comércio e convergência cíclica. **Revista de Economia Contemporânea**, Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 406–440, set. 2011. ISSN 1415-9848. DOI: [10.1590/S1415-98482011000300002](https://doi.org/10.1590/S1415-98482011000300002). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-98482011000300002>.

DEUS DORNELAS, L. N. de; SILVA, G. L. da. Vantagens comerciais: uma análise da relação comercial entre Brasil e China entre 2011 e 2021. **Informe Econômico**, v. 47, p. 56–86, 2 dez. 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.26694/2764-1392.4721>.

DU, H.; GUO, J.; MAO, G.; SMITH, A. M.; WANG, X.; WANG, Y. CO2 emissions embodied in China-US trade: Input-output analysis based on the emergy/dollar ratio. **Energy Policy**, Elsevier Ltd., v. 39, p. 5980–5987, 10 out. 2011. ISSN 03014215. DOI: [10.1016/j.enpol.2011.06.060](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.060).

F., U. A. S.; BRENE, P. R. A.; RANGEL, R. R. ESTRUTURA PRODUTIVA DA ECONOMIA BRASILEIRA E SETORES CHAVE PARA O DESENVOLVIMENTO. **Revista Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia - REPAE**, v. 7, n. 2, p. 18–35, Mai./Ago. 2021. ISSN 2447-6129.

F., U. A. S.; BRENE, P. R. A.; RANGEL, R. R.; BERNARDELLI, L. V. Econômica do Estado do Paraná após a Pandemia de Covid-19. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 42, n. 140, p. 71–88, Jan./Jun. 2021.

FRITZ, O. M.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. A Miyazawa analysis of interactions between polluting and non-polluting sectors. **Structural Change and Economic Dynamics**, Elsevier Science B. V., v. 9, p. 289–305, 1998.

GUILHOTO, J. J. M.; HEWINGS, G. J. D.; SONIS, M.; GUO, J. Economic structural change over time: Brazil and the United States compared. **Economia Aplicada**, v. 1, n. 1, p. 35–57, 1997. DOI: <https://doi.org/10.11606/1413-8050/ea145454>.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO, U. A. ESTIMAÇÃO DA MATRIZ INSUMO-PRODUTO A PARTIR DE DADOS PRELIMINARES DAS CONTAS NACIONAIS. **Economia Aplicada**, v. 1, n. 9, Abr./Jun. 2005.

GUILHOTO, J. J. M.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. LINKAGES AND MULTIPLIERS IN A MULTIREGIONAL FRAMEWORK: INTEGRATION OF ALTERNATIVE APPROACHES. **Australasian Journal of Regional Studies**, v. 11, n. 1, p. 75–89, 2005.

GUILHOTO, J. J. M. **ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO: TEORIA E FUNDAMENTOS * Input-Output Analysis: Theory and Foundations**. Munich Personal RePEc Archive Paper. [S.l.], ago. 2011. Disponível em: <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/32566/>. Citado 1 vez na página 44.

GUILHOTO, J. J. M.; HEWINGS, G. J.; SONIS, M. **Interdependence, linkages and multipliers in Asia: an international input-output analysis Interdependence, Linkages and Multipliers in Asia: An International Input-Output Analysis**. [S.l.], 1997. Disponível em: <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/54679/>.

GUILHOTO, J. J. M.; POLENSKE, K. R.; LIU, H. **China and Brazil Productive Structure and Economic Growth Compared: 1980's to 2000's**. [S.l.], 2010. Disponível em: <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/30123/>.

GUILHOTO, J. J. M.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D.; MARTINS, E. B. Índices de Ligações e Setores-Chave na Economia Brasileira: 1959-1980. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 2, n. 24, ago. 1994. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2420472>.

HEILMANN, S.; MELTON, O. The Reinvention of Development Planning in China, 1993-2012. **Modern China**, v. 39, n. 6, p. 580–628, nov. 2013. ISSN 00977004. DOI: [10.1177/0097700413497551](https://doi.org/10.1177/0097700413497551).

HEWINGS, G. J. D.; OKUYAMA, Y.; SONIS, M. ECONOMIC INTERDEPENDENCE WITHIN THE CHICAGO METROPOLITAN AREA: A MIYAZAWA ANALYSIS. **Journal of Regional Science**, Blackwell Publishers, v. 41, n. 2, p. 195–217, 2001.

HIRATUKA, C.; SARTI, F. RELAÇÕES ECONÔMICAS ENTRE BRASIL E CHINA: ANÁLISE DOS FLUXOS DE COMÉRCIO E INVESTIMENTO DIRETO ESTRANGEIRO.

Revista Tempo do Mundo, v. 2, n. 1, p. 83–98, jan. 2016. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/revistas/index.php/rtm/article/view/50>.

HIRSCHMANN, A. O. New Haven: Yale University Press, 1958.

HU, A. G. The Five-Year Plan: A new tool for energy saving and emissions reduction in China. **Advances in Climate Change Research**, National Climate Center, v. 7, p. 222–228, 4 dez. 2016. ISSN 16749278. DOI: [10.1016/j.accres.2016.12.005](https://doi.org/10.1016/j.accres.2016.12.005).

KHANAL, B. R.; GAN, C.; BECKEN, S. Tourism inter-industry linkages in the Lao PDR economy: An input-output analysis. **Tourism Economics**, v. 20, n. 1, p. 171–194, fev. 2014. ISSN 13548166. DOI: [10.5367/te.2013.0255](https://doi.org/10.5367/te.2013.0255).

LENZEN, M.; PADE, L.-L.; MUNKSGAARD, J. CO₂ multipliers in multi-region input-output models. **Economic Systems Research**, v. 16, n. 4, p. 391–412, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/0953531042000304272>.

LEONTIEF, W. Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach. **The Review of Economics and Statistics**, The MIT Press, v. 52, n. 3, p. 262–271, 1970. ISSN 00346535, 15309142. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1926294>. Acesso em: 27 mai. 2024.

LIMA FERNANDES, C. L. de; ROCHA, R. B. da. Os Setores-Chave da Economia de Minas Gerais: Uma Análise a partir das Matrizes de Insumo-Produto de 1996 a 2005. In: ANAIS do XIV Seminário sobre a Economia Mineira [Proceedings of the 14th Seminar on the Economy of Minas Gerais]. [S.l.]: Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, jan. 2010. Disponível em: <https://ideas.repec.org/h/cdp/diam10/057.html>.

MARCONI, N.; ROCHA, I. L.; MAGACHO, G. R. Sectoral capabilities and productive structure: An input-output analysis of the key sectors of the Brazilian economy. **Revista de Economia Política**, Centro de Economia Política, v. 36, n. 3, p. 470–492, 2016. ISSN 18094538. DOI: [10.1590/0101-31572016v36n03a02](https://doi.org/10.1590/0101-31572016v36n03a02).

MAZZERO, M. F.; ALMEIDA, L. T. D.; HELENA, S.; MIRANDA, G. D. ANÁLISE AMBIENTAL DO COMÉRCIO BILATERAL BRASIL-CHINA SEGUNDO AS EMISSÕES DE CO₂. **Revista Iniciativa Econômica**, v. 1, n. 2, 2014. ISSN 2358-5951.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis Foundations and Extensions, Second Edition**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. Disponível em: <https://www.cambridge.org/9780521517133>. Citado 3 vezes nas páginas 25, 28, 31.

MIYAZAWA, K. **Input-Output Analysis and the Structure of Income Distribution**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1976. ISBN 978-3-642-48146-8. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48146-8>.

MORÁN, M. Á. T.; RÍO GONZÁLEZ, P. del. A combined input-output and sensitivity analysis approach to analyse sector linkages and CO2 emissions. **Energy Economics**, v. 29, n. 3, p. 578–597, mai. 2007. ISSN 01409883. DOI: [10.1016/j.eneco.2006.02.004](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2006.02.004). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>.

MUNKSGAARD, J.; PEDERSEN, K. A. CO accounts for open economies: producer or consumer responsibility? **Energy Policy**, Elsevier Ltd, v. 29, p. 327–334, 2001.

OKUYAMA, Y.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. Economic Impacts of an Unscheduled, Disruptive Event: A Miyazawa Multiplier Analysis. In: **Understanding and Interpreting Economic Structure: Advances in Spatial Science**. Edição: Geoffrey J. D. Hewings, Michael Sonis, Mossand Madden e Yoshio Kimura. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1999. P. 113–143. ISBN 978-3-662-03947-2. DOI: [10.1007/978-3-662-03947-2_6](https://doi.org/10.1007/978-3-662-03947-2_6). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-662-03947-2_6.

OLIVEIRA, M. M.; RIBEIRO, L. C. D. S.; CARVALHO, T. S. Decomposição estrutural das emissões de gases de efeito estufa dos países do BRIC. **Geosul**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 35, n. 75, p. 506–532, jun. 2020. ISSN 0103-3964. DOI: [10.5007/1982-5153.2020v35n75p506](https://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n75p506).

PEROBELLI, F. S.; VALE, V. D. A.; DE, M.; PIRES, M.; PAULO, J.; SANTOS, C.; ARAÚJO, I. F. D. ESTIMATIVA DA MATRIZ DE INSUMO-PRODUTO DA BAHIA (2009): CARACTERÍSTICAS SISTÊMICAS DA ESTRUTURA PRODUTIVA DO ESTADO. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 46, n. 4, p. 97–116, Out./Dez. 2015. ISSN 2357-9226. DOI: [10.61673/ren.2015.606](https://doi.org/10.61673/ren.2015.606).

PRATES, D. M.; FRITZ, B.; PAULA, L. F. de. O desenvolvimentismo pode ser culpado pela crise? Uma classificação das políticas econômica e social dos governos do PT ao governo Temer. In: ALMADA, J.; PAULA, L. F. de; JABBOUR, E. **Repensar o Brasil**. Rio de Janeiro: AMFG, 2020. P. 234–274. ISBN 978-65-991046-1-9.

PUGA, F. P.; CASTRO, L. B. de; FERREIRA, F. M. R.; NASCIMENTO, M. M. O **Comércio Brasil - China: Situação Atual e Potencialidades de Crescimento TD-104.CHP**. [S.l.]: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), abr. 2004. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14986>.

RASMUSSEN, P. N. Amsterdam: North Holland, 1956.

RODRIGUES, R. L.; MORETTO, A. C.; CROCOMO, F. C.; GUILHOTO, J. J. M. **Inter-regional and inter-sectoral transactions between Brazilian macro regions**. [S.l.], 2005. Disponível em: <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/54559/>.

SANTANA RIBEIRO, L. C. de; AREA LEÃO, E. J. de; SILVA FREITAS, L. F. da. Greenhouse gases emissions and economic performance of livestock, an environmental input-output analysis. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, v. 56, n. 2, p. 225–238, abr. 2018. ISSN 01032003. DOI: [10.1590/1234-56781806-94790560203](https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560203).

SONIS, M.; GUILHOTO, J. J.; HEWINGS, G. J.; MARTINS, E. B. LINKAGES, KEY SECTORS, AND STRUCTURAL CHANGE: SOME NEW PERSPECTIVES. **The Developing Economies**, v. 33, n. 3, p. 243–246, 1995. ISSN 17461049. DOI: [10.1111/j.1746-1049.1995.tb00716.x](https://doi.org/10.1111/j.1746-1049.1995.tb00716.x).

SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D.; OKUYAMA, Y.; GUO, J. Japanese Regional Economic Structure Interpreted through the Multiplier Product Matrix. **STUDIES IN REGIONAL SCIENCE**, v. 26, n. 2, dez. 1996.

SONIS, M.; HEWINGS, G. J. Hierarchies of Regiona Sub-Structures and Their Multipliers within Input-Output Systems: Miyazawa Revisited. **Hitotsubashi Journal of Economics**, The Hitotsubashi Academy, n. 34, p. 33–44, 1993. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10086/7798>.

SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. Error and sensitivity input-output analysis: a new approach. In: MILLER, R. E.; POLENSKE, K. R.; ROSE, A. **Frontiers of input-output analysis**. New York: Oxford University Press, 1989. P. 232–244. ISBN 0195057589.

THAKUR, S. K.; ALVAYAY, J. R. Identification of regional fundamental economic structure (fes) of chilean economy: A field of influence approach. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 23, n. 1, p. 92–107, mar. 2012. ISSN 0954349X. DOI: [10.1016/j.strueco.2011.10.004](https://doi.org/10.1016/j.strueco.2011.10.004).

TIMMER, M. P.; DIETZENBACHER, E.; LOS, B.; STEHRER, R.; VRIES, G. J. de. An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: The Case of Global Automotive Production. **Review of International Economics**, v. 23, n. 3, p. 575–605, ago. 2015. Acesso em: 03 de maio de 2024. ISSN 14679396. DOI:

[10.1111/roie.12178](https://doi.org/10.1111/roie.12178). Citado 1 vez na página 38.

VALE, V. A.; PEROBELLI, F. S.; CHIMELI, A. B. International trade, pollution, and economic structure: evidence on CO2 emissions for the North and the South.

Economic Systems Research, Routledge, v. 30, n. 1, p. 1–17, jan. 2018. ISSN 14695758. DOI: [10.1080/09535314.2017.1361907](https://doi.org/10.1080/09535314.2017.1361907).

VIEIRA, P. A.; BUAINAIN, A. M.; FIGUEIREDO, E. V. C. O BRASIL ALIMENTARÁ A CHINA OU A CHINA ENGOLIRÁ O BRASIL? **Revista Tempo do Mundo**, v. 2, n. 1, p. 51–81, jan. 2016. Disponível em:

<https://www.ipea.gov.br/revistas/index.php/rtm/article/view/49>.

VILLELA, E. V. M. **As relações comerciais entre Brasil e China e as possibilidades de crescimento e diversificação das exportações de produtos brasileiros ao mercado consumidor chinês**. Pesquisa de Iniciação Científica. [S.l.], 2004.

Disponível em: <https://www4.pucsp.br/geap/artigos/art4.PDF>.

WIEBE, K. S.; BRUCKNER, M.; GILJUM, S.; LUTZ, C.; POLZIN, C. Carbon and materials embodied in the international trade of emerging economies: A multiregional input-output assessment of trends between 1995 and 2005. **Journal of Industrial Ecology**, v. 16, p. 636–646, 4 ago. 2012. ISSN 10881980. DOI:

[10.1111/j.1530-9290.2012.00504.x](https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00504.x).

YAMANO, N.; GUILHOTO, J. J. M. CO2 emissions embodied in international trade and domestic final demand: Methodology and results using the OECD Inter-Country Input-Output Database. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, v. 11, 2020. DOI: [10.1787/8f2963b8-en](https://doi.org/10.1787/8f2963b8-en). Disponível em:

<https://dx.doi.org/10.1787/8f2963b8-en>.

ZAPPAROLI, I. D.; SOUZA, A. M. de; FILHO, U. A. S.; BRENE, P. R. A.; CÂMARA, M. R. G. da. ANÁLISE DOS TRANSBORDAMENTOS NAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO: BRASIL, RÚSSIA, ÍNDIA E CHINA-BRIC * Analysis of the overflows in the emissions of carbon dioxide: Brazil, Russia, India and China-BRIC. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 49, n. 1, p. 149–164, Jan./Mar 2018.

ZHANG, Z.; XI, L.; BIN, S.; YUHUAN, Z.; SONG, W.; YA, L.; HAO, L.; YONGFENG, Z.; ASHFAQ, A.; GUANG, S. Energy, CO2 emissions, and value added flows embodied in the international trade of the BRICS group: A comprehensive assessment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Elsevier Ltd, v. 116, dez. 2019. ISSN 18790690. DOI: [10.1016/j.rser.2019.109432](https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109432).

ZHAO, X.; QI, Z.-y. Global warming and China's responsibility: A view from embodied energy and CO2 emission in international trade. In: 2008 International Conference on Management Science and Engineering 15th Annual Conference Proceedings. [S.l.: s.n.], 2008. P. 829–834. DOI: [10.1109/ICMSE.2008.4669008](https://doi.org/10.1109/ICMSE.2008.4669008).

APÊNDICE 1 – TABELAS CONSOLIDADAS - BRASIL E CHINA

TABELA 6 – Índices Puros de Ligação Normalizados

Cód.	PBLN	PFLN	PTLN	Rank
F-chn	39.76	0.57	20.39	1
C10-C12-chn	5.47	4.33	4.90	2
C24-chn	0.15	9.42	4.73	3
C28-chn	6.07	2.90	4.50	4
C29-chn	6.51	1.97	4.27	5
C20-chn	0.33	6.75	3.51	6
G46-chn	1.83	5.20	3.49	7
A01-chn	1.75	5.18	3.44	8
C27-chn	3.34	3.41	3.37	9
B-chn	0.10	6.46	3.25	10
C26-chn	1.87	4.51	3.18	11
Q-chn	6.09	0.12	3.14	12
C13-C15-chn	2.91	3.17	3.04	13
D35-chn	0.62	5.18	2.87	14
O84-chn	5.32	0.22	2.80	15
C23-chn	0.08	4.90	2.46	16
C19-chn	0.41	4.37	2.37	17
K64-chn	0.30	4.00	2.13	18
I-chn	2.24	1.70	1.97	19
C30-chn	3.27	0.54	1.92	20
P85-chn	3.51	0.26	1.90	21
R_S-chn	2.13	1.60	1.86	22
C25-chn	0.89	2.80	1.84	23
H49-chn	0.79	2.68	1.72	24
M69_M70-chn	0.14	3.02	1.56	25
C22-chn	0.09	2.65	1.36	26
L68-chn	1.02	1.25	1.14	27
C16-chn	0.09	2.17	1.12	28
M74_M75-chn	0.61	1.34	0.97	29
J61-chn	0.66	1.22	0.94	30
C21-chn	0.41	1.43	0.92	31
J62_J63-chn	1.41	0.15	0.78	32

Continuação na próxima página

TABELA 6 – continuação da página anterior

G47-chn	0.40	1.11	0.75	33
C10-C12	1.19	0.22	0.71	34
C17-chn	0.03	1.24	0.63	35
F	1.11	0.13	0.62	36
H52-chn	0.09	0.92	0.50	37
A03-chn	0.41	0.55	0.48	38
C31_C32-chn	0.56	0.36	0.46	39
G47	0.32	0.61	0.46	40
K64	0.24	0.62	0.43	41
K65-chn	0.44	0.37	0.41	42
N-chn	0.59	0.17	0.38	43
A01	0.18	0.59	0.38	44
O84	0.68	0.06	0.38	45
H50-chn	0.17	0.58	0.37	46
C19	0.29	0.42	0.36	47
C18-chn	0.03	0.67	0.35	48
H49	0.23	0.43	0.33	49
A02-chn	-0.00	0.65	0.32	50
G46	0.22	0.41	0.31	51
N	0.04	0.59	0.31	52
C29	0.54	0.07	0.31	53
M72-chn	0.15	0.41	0.28	54
C20	0.25	0.31	0.28	55
I	0.40	0.10	0.25	56
B	0.03	0.47	0.25	57
H51-chn	0.07	0.34	0.20	58
M69_M70	0.01	0.40	0.20	59
Q	0.38	0.00	0.20	60
P85	0.29	0.05	0.17	61
D35	0.10	0.24	0.17	62
R_S	0.26	0.07	0.17	63
L68	0.11	0.21	0.16	64
J61	0.17	0.14	0.16	65
C28	0.23	0.06	0.15	66
C24	0.03	0.26	0.14	67
C13-C15	0.25	0.03	0.14	68
E37-E39-chn	0.10	0.18	0.14	69

Continuação na próxima página

TABELA 6 – continuação da página anterior

G45	0.12	0.15	0.13	70
C31_C32	0.11	0.15	0.13	71
E36-chn	0.13	0.13	0.13	72
H52	0.03	0.20	0.11	73
C22	0.04	0.19	0.11	74
C25	0.06	0.16	0.11	75
C26	0.19	0.02	0.11	76
M72	0.00	0.21	0.11	77
C23	0.01	0.19	0.10	78
J62_J63	0.05	0.14	0.09	79
H53-chn	0.02	0.16	0.09	80
C27	0.12	0.06	0.09	81
C17	0.04	0.10	0.07	82
M71	0.04	0.08	0.06	83
E36	0.03	0.09	0.06	84
C21	0.07	0.03	0.05	85
J59_J60	0.00	0.10	0.05	86
H51	0.02	0.07	0.04	87
C30	0.09	0.00	0.04	88
C18	0.00	0.05	0.03	89
J58	0.03	0.02	0.03	90
C16	0.01	0.05	0.03	91
H50	0.01	0.03	0.02	92
A02	0.01	0.02	0.02	93
A03	0.00	0.01	0.01	94
C33	0.00	0.00	0.00	95
E37-E39	0.00	0.00	0.00	96
H53	0.00	0.00	0.00	97
K65	0.00	0.00	0.00	98
K66	0.00	0.00	0.00	99
M73	0.00	0.00	0.00	100
M74_M75	0.00	0.00	0.00	101
T	0.00	0.00	0.00	102
U	0.00	0.00	0.00	103
C33-chn	0.00	0.00	0.00	104
G45-chn	0.00	0.00	0.00	105
J58-chn	0.00	0.00	0.00	106

Continuação na próxima página

TABELA 6 – continuação da página anterior

J59_J60-chn	0.00	0.00	0.00	107
K66-chn	0.00	0.00	0.00	108
M71-chn	0.00	0.00	0.00	109
M73-chn	0.00	0.00	0.00	110
T-chn	0.00	0.00	0.00	111
U-chn	0.00	0.00	0.00	112

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da WIOD (2016).

TABELA 7 – Índices de Ligação H-R

Cód.	BL	FL	FLG	Setores.Chave	Rank
C26-chn	2.73	3.11	1.99	Setor-Chave	1
C31_C32-chn	2.33	0.59	1.47	Setor-Chave	2
C13-C15-chn	2.22	2.36	1.63	Setor-Chave	3
C27-chn	2.14	1.87	1.46	Setor-Chave	4
C30-chn	1.97	0.99	0.93	-	5
C28-chn	1.90	1.85	1.29	Setor-Chave	6
C29-chn	1.80	1.65	1.12	Setor-Chave	7
C25-chn	1.80	1.42	1.53	Setor-Chave	8
C22-chn	1.79	1.63	1.89	Setor-Chave	9
H51-chn	1.74	0.60	1.47	Setor-Chave	10
C20-chn	1.65	3.91	2.03	Setor-Chave	11
C24-chn	1.56	3.51	1.71	Setor-Chave	12
C17-chn	1.55	1.33	1.99	Setor-Chave	13
F-chn	1.53	0.75	0.47	-	14
C16-chn	1.52	1.45	1.66	Setor-Chave	15
C18-chn	1.48	0.74	1.67	Setor-Chave	16
C23-chn	1.47	1.17	1.21	Setor-Chave	17
D35-chn	1.46	2.95	2.01	Setor-Chave	18
M69_M70-chn	1.45	1.77	1.79	Setor-Chave	19
C21-chn	1.38	0.78	0.98	-	20
H50-chn	1.38	0.71	1.72	Setor-Chave	21
J62_J63-chn	1.35	0.53	0.69	-	22
E37-E39-chn	1.33	0.58	1.66	Setor-Chave	23
C19-chn	1.33	2.71	1.96	Setor-Chave	24
Q-chn	1.31	0.48	0.45	-	25
E36-chn	1.29	0.51	1.30	Setor-Chave	26

Continuação na próxima página

TABELA 7 – continuação da página anterior

C10-C12-chn	1.29	2.60	1.17	Setor-Chave	27
M72-chn	1.24	0.60	1.61	Setor-Chave	28
M74_M75-chn	1.21	0.83	1.23	Setor-Chave	29
H52-chn	1.20	0.87	1.78	Setor-Chave	30
C19	1.19	1.58	1.08	Setor-Chave	31
I-chn	1.17	1.14	1.08	Setor-Chave	32
R_S-chn	1.17	1.09	1.07	Setor-Chave	33
C24	1.16	1.02	1.15	Setor-Chave	34
C10-C12	1.15	0.82	0.60	-	35
N-chn	1.13	0.50	0.77	-	36
B-chn	1.13	3.64	2.21	Setor-Chave	37
A02-chn	1.12	0.85	1.98	Setor-Chave	38
H49-chn	1.08	1.47	1.51	Setor-Chave	39
K65-chn	1.08	0.66	1.17	Setor-Chave	40
C17	1.07	0.74	1.14	Setor-Chave	41
C29	1.05	0.67	0.59	-	42
C27	1.05	0.57	0.71	-	43
C20	1.05	1.19	0.97	-	44
H53-chn	1.04	0.50	1.34	Setor-Chave	45
C28	1.02	0.64	0.65	-	46
H51	0.99	0.54	0.96	-	47
O84-chn	0.99	0.53	0.48	-	48
C26	0.98	0.54	0.55	-	49
C22	0.97	0.83	1.06	-	50
G47-chn	0.95	0.89	1.43	-	51
G46-chn	0.95	2.55	1.43	-	52
C25	0.94	0.73	0.93	-	53
P85-chn	0.94	0.54	0.50	-	54
C16	0.94	0.58	1.11	-	55
J61-chn	0.93	0.88	1.01	-	56
D35	0.93	1.09	1.01	-	57
C13-C15	0.92	0.56	0.56	-	58
A03-chn	0.92	0.62	1.08	-	59
C30	0.92	0.45	0.45	-	60
C23	0.92	0.61	0.98	-	61
M72	0.92	0.83	1.16	-	62
A01-chn	0.90	2.44	1.33	-	63

Continuação na próxima página

TABELA 7 – continuação da página anterior

H50	0.88	0.54	1.28	-	64
C31_C32	0.87	0.84	0.88	-	65
H49	0.83	1.33	0.90	-	66
F	0.83	0.71	0.51	-	67
J58	0.83	0.48	0.74	-	68
I	0.83	0.57	0.52	-	69
C18	0.82	0.60	1.23	-	70
J61	0.82	0.75	0.73	-	71
C21	0.81	0.48	0.57	-	72
J59_J60	0.79	0.84	1.56	-	73
A01	0.76	0.94	0.93	-	74
B	0.76	1.40	1.47	-	75
R_S	0.75	0.60	0.55	-	76
K64-chn	0.72	2.12	1.61	-	77
H52	0.71	0.95	1.08	-	78
M71	0.70	0.61	0.81	-	79
G45	0.69	0.70	0.72	-	80
K64	0.68	1.47	0.81	-	81
E36	0.68	0.58	0.86	-	82
G46	0.67	1.23	0.78	-	83
G47	0.67	1.61	0.78	-	84
Q	0.67	0.46	0.43	-	85
M69_M70	0.63	1.25	1.20	-	86
J62_J63	0.63	0.69	0.83	-	87
N	0.63	1.41	1.03	-	88
O84	0.61	0.57	0.44	-	89
L68-chn	0.61	0.96	0.81	-	90
A02	0.60	0.57	0.87	-	91
A03	0.60	0.50	0.87	-	92
P85	0.58	0.53	0.45	-	93
L68	0.48	0.79	0.54	-	94
C33	0.43	0.43	0.40	-	95
E37-E39	0.43	0.43	0.40	-	96
H53	0.43	0.43	0.40	-	97
K65	0.43	0.43	0.40	-	98
K66	0.43	0.43	0.40	-	99
M73	0.43	0.43	0.40	-	100

Continuação na próxima página

TABELA 7 – continuação da página anterior

M74_M75	0.43	0.43	0.40	-	101
T	0.43	0.43	0.40	-	102
U	0.43	0.43	0.40	-	103
C33-chn	0.43	0.43	0.40	-	104
G45-chn	0.43	0.43	0.40	-	105
J58-chn	0.43	0.43	0.40	-	106
J59_J60-chn	0.43	0.43	0.40	-	107
K66-chn	0.43	0.43	0.40	-	108
M71-chn	0.43	0.43	0.40	-	109
M73-chn	0.43	0.43	0.40	-	110
T-chn	0.43	0.43	0.40	-	111
U-chn	0.43	0.43	0.40	-	112

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da WIOD (2016).

TABELA 8 – COEF. INTENS. EMISSÕES DE CO₂

Setores	Emissões de CO ₂ por Produto	Rank
D35-chn	4.06553564	1
C23-chn	2.15786757	2
H51	2.01300236	3
C24	1.91119484	4
C23	1.45165037	5
H50	1.34056255	6
E37-E39-chn	1.32003140	7
D35	1.04482994	8
H50-chn	1.00097701	9
C24-chn	0.78499399	10
C31_C32-chn	0.64056446	11
C20-chn	0.54482980	12
H51-chn	0.41465215	13
A02-chn	0.37637305	14
H49	0.34939516	15
C22-chn	0.34017202	16
C19-chn	0.22661126	17
A01	0.20708598	18
C17-chn	0.20279273	19
B	0.20155211	20
C17	0.19980077	21
B-chn	0.18877912	22
H49-chn	0.18671345	23
C19	0.16963366	24
C20	0.16202765	25
H52	0.15319772	26
A02	0.14749488	27
H52-chn	0.12563361	28
R_S-chn	0.12476953	29
Q-chn	0.11643272	30
A01-chn	0.10018261	31
P85-chn	0.09351202	32
C16	0.08975989	33
E36-chn	0.08808898	34
M72-chn	0.08135700	35
O84-chn	0.08069068	36

Continuação na próxima página

TABELA 8 – continuação da página anterior

A03	0.06931901	37
R_S	0.06765100	38
C10-C12-chn	0.06579670	39
C13-C15	0.06201709	40
H53-chn	0.06043002	41
C13-C15-chn	0.06037858	42
C22	0.05704877	43
I	0.05300180	44
C16-chn	0.05022112	45
G45	0.04712666	46
A03-chn	0.04704077	47
G46	0.04491543	48
G47	0.04491542	49
N	0.04452625	50
C18	0.04265873	51
C25	0.04108643	52
M74_M75-chn	0.04063527	53
C25-chn	0.04058904	54
P85	0.03999339	55
C28-chn	0.03746336	56
C31_C32	0.03656257	57
F	0.03476062	58
M69_M70-chn	0.03299149	59
C27	0.03274723	60
C10-C12	0.03140762	61
C30-chn	0.02935256	62
C27-chn	0.02884704	63
Q	0.02817124	64
G47-chn	0.02727896	65
G46-chn	0.02727873	66
I-chn	0.02592206	67
C18-chn	0.02587435	68
N-chn	0.02570904	69
M71	0.02532055	70
E36	0.02408922	71
F-chn	0.02372197	72
M69_M70	0.02274301	73

Continuação na próxima página

TABELA 8 – continuação da página anterior

C28	0.02090921	74
C30	0.02026958	75
O84	0.01864825	76
C29	0.01670360	77
J62_J63	0.01639039	78
C29-chn	0.01447280	79
M72	0.01292138	80
C26-chn	0.01093649	81
C26	0.00924823	82
K64-chn	0.00924669	83
J61	0.00885549	84
L68-chn	0.00880464	85
J62_J63-chn	0.00623102	86
K64	0.00577962	87
K65-chn	0.00508818	88
C21	0.00463843	89
J61-chn	0.00429055	90
C21-chn	0.00380253	91
L68	0.00187531	92
J58	0.00064373	93
J59_J60	0.00060723	94
C33	0.00000000	95
E37-E39	0.00000000	96
H53	0.00000000	97
K65	0.00000000	98
K66	0.00000000	99
M73	0.00000000	100
M74_M75	0.00000000	101
T	0.00000000	102
U	0.00000000	103
C33-chn	0.00000000	104
G45-chn	0.00000000	105
J58-chn	0.00000000	106
J59_J60-chn	0.00000000	107
K66-chn	0.00000000	108
M71-chn	0.00000000	109
M73-chn	0.00000000	110

Continuação na próxima página

TABELA 8 – continuação da página anterior

T-chn	0.00000000	111
U-chn	0.00000000	112

FONTE: Elaboração própria, a partir dos dados da WIOD (2016).

TABELA 9 – Setores Indutores de Poluição - A

Cód.	Req. Diretos	Rank	Cód.	Req. Indiretos	Rank
C20	0.00683001	1	C10-C12	0.00310113	1
C22	0.00638760	2	C27	0.00309554	2
C23	0.00612666	3	C22	0.00309337	3
C25	0.00588368	4	C20	0.00294762	4
C27	0.00586905	5	C24	0.00293232	5
F	0.00521811	6	C29	0.00288184	6
C24	0.00494899	7	C25	0.00271021	7
A01	0.00380627	8	C28	0.00266214	8
C28	0.00375321	9	F	0.00253844	9
C13-C15	0.00312794	10	C17	0.00229386	10
C29	0.00297922	11	C19	0.00216229	11
C17	0.00293709	12	C23	0.00209631	12
C31_C32	0.00291883	13	C30	0.00204335	13
C30	0.00270059	14	C31_C32	0.00199199	14
C18	0.00182767	15	C13-C15	0.00168331	15
C21	0.00179986	16	C18	0.00165166	16
C26	0.00138338	17	A01	0.00162116	17
C16	0.00127449	18	C16	0.00153586	18
C19	0.00124801	19	H51	0.00138249	19
E36	0.00110976	20	I	0.00124868	20
Q	0.00104539	21	E36	0.00120044	21
B	0.00099465	22	D35	0.00118136	22
C10-C12	0.00081715	23	H49	0.00110511	23
D35	0.00059301	24	J58	0.00104702	24
N	0.00047225	25	C21	0.00104112	25
R_S	0.00046998	26	B	0.00101524	26
G45	0.00039435	27	C26	0.00098244	27
A02	0.00039173	28	G45	0.00086805	28
A03	0.00039173	29	H50	0.00083585	29
M71	0.00038113	30	J61	0.00072015	30

Continuação na próxima página

TABELA 9 – continuação da página anterior

H51	0.00036804	31	Q	0.00065850	31
H49	0.00035598	32	R_S	0.00065742	32
J58	0.00029198	33	M72	0.00064206	33
I	0.00027926	34	H52	0.00061856	34
L68	0.00025918	35	M71	0.00055529	35
H50	0.00024177	36	N	0.00054793	36
G46	0.00022180	37	J59_J60	0.00053110	37
G47	0.00022178	38	G46	0.00052541	38
J59_J60	0.00019904	39	G47	0.00052541	39
M72	0.00017617	40	A03	0.00046062	40
P85	0.00017523	41	A02	0.00046062	41
M69_M70	0.00014432	42	O84	0.00043004	42
H52	0.00011435	43	J62_J63	0.00033121	43
O84	0.00010001	44	P85	0.00032619	44
J62_J63	0.00009788	45	M69_M70	0.00032407	45
J61	0.00006302	46	K64	0.00028914	46
K64	0.00004026	47	L68	0.00011991	47
C33	0.00000000	48	C33	0.00000000	48
E37-E39	0.00000000	49	E37-E39	0.00000000	49
H53	0.00000000	50	H53	0.00000000	50
K65	0.00000000	51	K65	0.00000000	51
K66	0.00000000	52	K66	0.00000000	52
M73	0.00000000	53	M73	0.00000000	53
M74_M75	0.00000000	54	M74_M75	0.00000000	54
T	0.00000000	55	T	0.00000000	55
U	0.00000000	56	U	0.00000000	56

FONTE: Elaboração própria com base nos dados da WIOD 2016.

TABELA 10 – Setores Indutores de Poluição - B

Cód.	Prop. Int. 1 e 2	Rank	Cód.	Prop. Int. Ext. 1 e 2	Rank
C26	0.13721070	1	C13-C15	0.00000964	1
C27	0.06091945	2	C26	0.00000866	2
C28	0.05827788	3	C27	0.00000374	3
C13-C15	0.04840335	4	C28	0.00000359	4
C31_C32	0.03888851	5	C31_C32	0.00000275	5
C30	0.03439855	6	C22	0.00000240	6
C22	0.03391180	7	C20	0.00000223	7
C20	0.03295670	8	C30	0.00000223	8
C29	0.03086383	9	C29	0.00000216	9
C25	0.02827281	10	C25	0.00000185	10
C24	0.02654104	11	C24	0.00000176	11
C18	0.02184917	12	C21	0.00000175	12
F	0.02178041	13	C17	0.00000170	13
C17	0.02104061	14	C18	0.00000153	14
C23	0.01817635	15	F	0.00000134	15
A01	0.01730468	16	A01	0.00000128	16
M71	0.01599950	17	C10-C12	0.00000120	17
C21	0.01560608	18	C23	0.00000118	18
D35	0.01521487	19	M71	0.00000116	19
C19	0.01495693	20	C19	0.00000106	20
C10-C12	0.01484630	21	Q	0.00000104	21
B	0.01305346	22	R_S	0.00000102	22
C16	0.01298435	23	D35	0.00000099	23
J62_J63	0.01197783	24	C16	0.00000092	24
R_S	0.01021946	25	B	0.00000090	25
J59_J60	0.00994354	26	H51	0.00000083	26
Q	0.00981042	27	J59_J60	0.00000081	27
H51	0.00944384	28	J62_J63	0.00000079	28
E36	0.00860352	29	I	0.00000072	29
G45	0.00852733	30	J58	0.00000067	30
H49	0.00843163	31	M72	0.00000063	31
J58	0.00812859	32	H50	0.00000062	32
H50	0.00810952	33	H49	0.00000061	33
N	0.00806876	34	E36	0.00000061	34
M72	0.00789520	35	N	0.00000059	35
I	0.00666547	36	G45	0.00000058	36

Continuação na próxima página

TABELA 10 – continuação da página anterior

J61	0.00657612	37	J61	0.00000047	37
H52	0.00606327	38	H52	0.00000045	38
M69_M70	0.00470762	39	P85	0.00000036	39
G46	0.00427888	40	M69_M70	0.00000034	40
G47	0.00427868	41	G46	0.00000033	41
P85	0.00408627	42	G47	0.00000033	42
A02	0.00327951	43	K64	0.00000028	43
A03	0.00327951	44	A02	0.00000027	44
K64	0.00314542	45	A03	0.00000027	45
O84	0.00306795	46	O84	0.00000025	46
L68	0.00111519	47	L68	0.00000008	47
C33	0.00000000	48	C33	0.00000000	48
E37-E39	0.00000000	49	E37-E39	0.00000000	49
H53	0.00000000	50	H53	0.00000000	50
K65	0.00000000	51	K65	0.00000000	51
K66	0.00000000	52	K66	0.00000000	52
M73	0.00000000	53	M73	0.00000000	53
M74_M75	0.00000000	54	M74_M75	0.00000000	54
T	0.00000000	55	T	0.00000000	55
U	0.00000000	56	U	0.00000000	56

FONTE: Elaboração própria, com base nos dados da WIOD 2016.