

COMPLEXIDADE ECONÔMICA E A ESTRUTURA PRODUTIVA BRASILEIRA: O PADRÃO DE EXPORTAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO NACIONAL NO SÉCULO XXI

Adriano José Pereira^a
Guilherme Jorge da Silva^b
Igor de Menezes Larruscaim^c

^a Professor titular do Departamento de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9467-6516>.

^b Estudante do doutorado do Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e da Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0669-486X>.

^c Estudante do doutorado do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8704-6831>.

Recebido 24/11/2021

Aceito 8/8/2023

Received 11/24/2021

Accepted 08/08/2023

RESUMO: Este artigo destaca alguns aspectos do desenvolvimento econômico brasileiro no século XXI, relacionando a estrutura produtiva com a complexidade econômica das exportações. Procura compreender como o perfil das exportações brasileiras reflete a estrutura produtiva interna, a partir da forma como o Brasil se reinseriu no comércio internacional desde os anos 1990, em um cenário de maior abertura comercial. Foram utilizadas duas formas de abordagem complementares e integradas: a complexidade econômica das exportações, com o objetivo de identificar a competitividade dos produtos exportados que são produzidos em território nacional; e os índices de ligação da matriz insumo-produto, a fim de identificar os efeitos de

Correspondência para: Adriano José Pereira
Contato: adrianoeconomia@ufsm.br



encadeamento como uma forma de compreender a organização da estrutura produtiva interna, destacando-se a classificação proposta por Kupfer (1998). Verifica-se que a estrutura produtiva interna da economia brasileira tende para a ampliação de encadeamentos de produtos mais competitivos no comércio internacional, ainda que menos complexos. A crescente relevância dos efeitos de encadeamento de produtos menos complexos, aliada ao aumento de sua competitividade e participação na pauta de exportações, ainda que contribua para o crescimento do PIB em alguns períodos, revela limitações estruturais do desenvolvimento econômico nacional.

PALAVRAS-CHAVE: complexidade; estrutura produtiva; desenvolvimento econômico; economia brasileira.

CLASSIFICAÇÃO JEL: O11; O54.

ECONOMIC COMPLEXITY AND THE BRAZILIAN PRODUCTION STRUCTURE: EXPORT PATTERN AND NATIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE 21ST CENTURY

ABSTRACT: This study highlights some of the aspects of Brazilian economic development in the 21st century, relating its productive structure to the economic complexity of exports. It seeks to understand how the profile of Brazilian exports reflects its internal productive structure based on the way in which Brazil has reinserted itself into international trade in a scenario of greater trade openness since the 1990s based on two complementary and integrated approaches: the economic complexity of exports, aiming to identify the competitiveness of exported products that are produced in the national territory; and the linkage indexes of the input-output matrix, which aim to identify the linkage effects as a way of understanding the organization of its internal productive structure, highlighting the classification proposed by Kupfer (1998). It is identified that the internal productive structure of the Brazilian economy tends toward the expansion of chains of more competitive products in international trade even if less complex. The growing relevance of the chaining effects of less complex products, allied to the increase in their competitiveness and participation in the export basket, despite contributing to GDP growth in some periods, shows the structural limitations of national economic development.

KEYWORDS: Complexity; productive structure; economic development; Brazilian economy.

INTRODUÇÃO

A aceleração do processo de industrialização no Brasil, sobretudo a partir da década de 1950, representou uma mudança estrutural fundamental, que refletiria na alteração do perfil de exportações do país na década de 1960: pela primeira vez na história, o Brasil passaria a exportar, em valores, mais produtos manufaturados do que primários.

De fato, ainda que o “modelo” de industrialização brasileiro fosse voltado principalmente para o mercado interno, o comércio internacional continuaria sendo um vetor em potencial do crescimento econômico nacional, dadas as vantagens comparativas existentes e outras que acabariam sendo criadas em função da mudança estrutural produtiva (NURKSE, 2010). Por sua vez, uma inserção comercial mais dinâmica demandaria mudanças na estrutura produtiva interna, sobretudo por requerer investimentos voltados para uma produção com maior inovação tecnológica (PÉREZ, 2001). Ainda que não fosse um objetivo inicial da industrialização brasileira, a busca por uma maior diversificação da pauta de exportações, com a ampliação da participação de produtos manufaturados, contribuiu para um maior dinamismo da produção interna, na busca de um emparelhamento com as economias desenvolvidas.

Ressalte-se que, ainda que consideradas importantes, as exportações de produtos industriais não eram tratadas como um vetor do desenvolvimento econômico nacional, pelo menos na fase de aceleração da produção industrial no Brasil. O desenvolvimento econômico nacional tinha um viés “introvertido”, baseado no investimento para o abastecimento do mercado interno. No entanto, cabe destacar que a diversificação da pauta de exportações também era um dos objetivos do processo de substituição de importações (PSI) brasileiro, desde quando ela se tornou um meio para buscar o emparelhamento com as economias consideradas “avançadas” ou “centrais”.

O Brasil jamais deixou de ser um grande exportador de produtos primários, desde o período colonial; o que mudou foi a forma como o desenvolvimento econômico nacional passou a ser perseguido como um objetivo de longo prazo, baseado na industrialização, com ênfase no mercado interno. Como destaca Singer (2010), não há incompatibilidade entre a industrialização e a expansão da produção primária, desde que sejam processos integrados e com um mesmo propósito, o desenvolvimento econômico nacional.

A crise financeira pela qual o Brasil passou na década de 1980, em grande medida decorrente do esforço de industrialização entre as décadas de 1950-70, revelou a necessidade de aumentar as exportações como uma forma de minimizar os efeitos negativos da crise refletida no balanço de pagamentos sobre o crescimento econômico nacional. Buscar saldos comerciais, por um lado, permitia fazer frente aos sucessivos déficits nas transações correntes do balanço de pagamentos e, por outro, acabava

destacando um potencial competitivo no comércio internacional, ainda bastante dependente de produtos primários, por mais que as manufaturas formassem a maior parte (em valores) da pauta de exportações desde meados dos anos 1960, como observado. Essa situação se modificou somente em 2010, quando os produtos primários voltaram a predominar na pauta de exportações, assim seguindo por toda a década.

O boom das commodities ocorrido nos anos 2000 (“efeito China”)¹ acabaria fazendo com que aumentasse significativamente a demanda internacional por produtos primários, ampliando consideravelmente a produção e a exportação desses produtos por parte da economia brasileira (HIRATUKA *et al.*, 2012; ROCHA, 2015; BRAGATTI; MENEZES, 2020). Também é importante destacar que o Brasil vem passando por um processo de desindustrialização pelo menos desde meados dos anos 1980 (CANO, 2012), o que tem contribuído para uma perda da participação dos produtos industriais na pauta de exportações, com destaque para as manufaturas de maior intensidade tecnológica (NASSIF, 2008; GUILHOTO; MORCEIRO, 2023).

Apesar de ter diversificado a sua pauta de exportações e se tornado uma economia mais aberta a partir da década de 1990, o Brasil parece não ter obtido maiores benefícios para o seu desenvolvimento econômico a partir de sua inserção no comércio internacional, sobretudo no que se refere às exportações. Enquanto as exportações de bens e serviços mundiais cresceram em média 5,4% entre 1980 e 2018, acompanhadas de uma elevação de 3,5% no PIB global, as exportações brasileiras no mesmo período cresceram, em média, 6,1%, e o PIB, 2,4% (IMF, 2019), ou seja, uma maior abertura ao comércio exterior, especialmente a partir da década de 1990, não surtiu o efeito esperado sobre o crescimento nacional, ainda que se considerem os efeitos positivos do boom das *commodities* durante a década de 2000.

Nesse sentido, o comércio internacional parece não ter sido um vetor do desenvolvimento econômico nacional ao longo do período analisado, como se argumentará ao longo deste texto, considerando-se a pauta exportadora brasileira juntamente com a complexidade da estrutura produtiva nacional. Trata-se de analisar a pauta de exportações que reflete, em grande medida, a estrutura produtiva vigente a partir da forma como o Brasil se reinsere no comércio internacional na década de 1990, destacando-se a competitividade das exportações.

Dado o esforço de abertura comercial em busca de uma maior inserção internacional, a partir da década de 1990 o Brasil volta a ter expectativas de uma retomada do desenvolvimento, com uma maior diversificação e ampliação da pauta exportadora. Situação compatível com a ideia de modernização da estrutura produtiva interna, mais

¹ A China passaria a ser o principal parceiro comercial do Brasil a partir do ano de 2010, assumindo uma posição historicamente ocupada pelos Estados Unidos.

atrativa ao capital estrangeiro e mais exposta à competição internacional (BARROS; GOLDENSTEIN, 1997; FRANCO, 1998), mas tais expectativas acabariam não se confirmando no início dos anos 2000 (CASTRO, 2003; COUTINHO; HIRATUKA; SABBATINI, 2005).

Como destacado por Furtado, Pereira e Porcile (2011, p. 502): “[o]bservar com atenção o perfil do comércio internacional do Brasil possibilita aprender muito acerca das mudanças sofridas pela estrutura econômica brasileira e sobre as implicações dessas transformações para o desenvolvimento”. Nesse sentido, o presente texto tem como principal objetivo compreender em que medida o perfil das exportações brasileiras reflete a estrutura produtiva interna, a partir da forma como o Brasil se reinseriu no comércio internacional ao longo deste século. Considera-se que uma economia mais aberta e, portanto, mais inserida no comércio internacional não necessariamente converte esse processo em um vetor do desenvolvimento econômico nacional, ainda que possa ter períodos de crescimento capitaneados pelas exportações. Parece ser este o caso brasileiro nas últimas décadas.

Para a análise proposta, este artigo utiliza, de forma original, duas abordagens consideradas complementares: a complexidade econômica das exportações, que revela, entre outros fatores, a competitividade dos produtos exportados que são produzidos em território nacional; e os índices de ligação da matriz insumo-produto, cujos objetivos são identificar os efeitos de encadeamento produtivo, como forma de compreender a organização da estrutura produtiva interna. Observa-se que a análise do desenvolvimento econômico requer a consideração das mudanças estruturais, e não apenas do desempenho do PIB. Em síntese, o trabalho pretende investigar a relação entre complexidade, competitividade e encadeamentos produtivos para um grupo de produtos selecionados, que são aqueles que possuem informação sobre sua complexidade e que puderam ser convertidos para a categoria de atividade. Posteriormente, a análise recai principalmente sobre as atividades que são identificadas como setores-chave na análise de insumo-produto. Para isso, serão confrontados o Índice de Complexidade Econômica (ICE) e aqueles referentes aos encadeamentos produtivos, utilizando-se a classificação de Kupfer (1998).

Cabe destacar que produtos mais complexos não necessariamente são mais competitivos quando se trata da trajetória de um país em específico, como é o caso do Brasil; ainda assim, a pauta de exportações parece ser um bom indicador da importância da estrutura produtiva interna para o desenvolvimento econômico (HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007), sobretudo em economias como a brasileira, que aumentaram o seu processo de abertura de forma acelerada no final do século XX (GALA, 2017). Nesse sentido, busca-se compreender, através da complexidade econômica e dos efeitos de encadeamento produtivo, como se dá a relação entre a

estrutura produtiva e a crescente importância das exportações brasileiras, em que houve uma tendência à inserção de produtos mais competitivos, e não necessariamente mais complexos.

Além da introdução e das considerações finais, o texto apresenta mais três seções. A primeira aborda a complexidade econômica e sua relação com o desenvolvimento econômico nacional, destacando a importância das exportações como um reflexo da estrutura produtiva de uma nação e propondo uma perspectiva de abordagem para o caso brasileiro. Por sua vez, os encadeamentos produtivos — analisados da perspectiva teórica na seção 2 e, a partir da matriz insumo-produto do IBGE (2016, 2018), na seção 3 —, contribuem para a compreensão da forma como a estrutura produtiva nacional está relacionada com a pauta de exportações e, ao que tudo indica, também com a sua complexidade. Neste ponto, para uma análise acerca da estrutura produtiva a partir de características setoriais, introduz-se relevante contribuição de Kupfer (1998) ao classificar os principais produtos exportados pelo Brasil no século XXI em quatro grandes agrupamentos: commodities (C), duráveis (D), tradicionais (T) e difusores de tecnologia (DT). Essa classificação ajuda a compreender questões fundamentais da estrutura produtiva nacional, dos elos dos principais setores da economia e também de sua inserção no mercado internacional.

1. COMPLEXIDADE ECONÔMICA E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO NACIONAL

A inserção do estudo de sistemas complexos nas ciências econômicas gerou desdobramentos, principalmente no campo do desenvolvimento econômico, resgatando parcialmente o debate estruturalista, além de ter introduzido conceitos relacionados à economia evolucionária (CIMOLI; DOSI, 1995; ARTHUR, 1994). As novas ferramentas de análise apresentadas pela abordagem da complexidade econômica aproveitaram a maior disponibilidade de grandes bases de dados e permitiram realizar exercícios empíricos relacionados às questões debatidas dentro desses campos de pesquisa.

A mudança estrutural e a construção de capacidades produtivas representam funções essenciais na definição das trajetórias das economias ao longo do tempo. Esse novo arcabouço teórico é trazido à pauta principalmente pelos trabalhos de Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), Hidalgo *et al.* (2007) e Hausmann e Hidalgo (2009), nos quais os autores apresentam os conceitos referentes à complexidade econômica e como ela é capaz de antever o desenvolvimento.

Esta seção está dividida em duas subseções: a primeira apresenta os principais conceitos e a formalização da complexidade econômica, ao passo que a segunda apresenta uma revisão de literatura com destaque para estudos sobre o caso brasileiro.

1.1. A ABORDAGEM DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA

O estudo realizado por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) foi precursor na apresentação de um instrumento que representa uma estrutura produtiva e sua relação com o desenvolvimento. Os autores propõem o índice *PRODY*, que corresponde à relação entre um produto exportado e um nível de renda. O índice é construído através de uma média ponderada do PIB *per capita* dos países que exportam um determinado produto, onde a ponderação é a vantagem comparativa revelada que os países apresentam nesse produto. Além disso, também apresentam o índice *EXPY*, que mede a relação entre toda a pauta de exportações de um país e um determinado nível de renda, e é obtido através de uma média ponderada do índice *PRODY*. O índice *EXPY* apresentou uma grande correlação com o PIB *per capita* dos países, o que demonstra que a especialização na produção de determinados bens está relacionada com maior crescimento econômico ou a possibilidade de alcançá-lo.

Outros estudos como, Hausmann e Klinger (2006, 2007) e Hidalgo *et al.* (2007), apresentam outro conceito importante para a abordagem da complexidade econômica, que é o espaço de produtos. Através da utilização de análise em redes, o espaço de produtos é uma representação do comércio mundial de bens. Essa ferramenta demonstra como as economias se posicionam em uma estrutura produtiva mundial através de suas exportações. Há partes do espaço de produtos que são mais densas; isso significa que a produção de determinado bem é “próxima” de outros diversos bens, logo um país que produz um bem situado nas áreas densas tem capacidades produtivas (intensidade de capital ou trabalho, tecnologia, instituições, etc.) que lhe permitem produzir uma quantidade maior de outros bens, como é o caso dos maquinários, químicos e metalurgia. Por outro lado, a produção de bens que estão na periferia do espaço de produtos, como pesca e agricultura, indica que os países especializados neste tipo de produção têm uma quantidade reduzida de capacidades produtivas.

Isso ocorre porque as capacidades produtivas são substitutos imperfeitos: quanto menor a quantidade desses ativos que um país possui, mais difícil é adquirir novos, e, portanto, mais difícil direcionar sua produção para outros bens e diversificar essa economia. Quando um país consegue se inserir em um novo ramo produtivo, é muito provável que este esteja relacionado com os bens que esta economia já produz. Por isso a produção dos países cujo padrão de especialização está concentrado em bens da zona periférica do espaço de produtos tem dificuldade em realizar a mudança estrutural em direção à produção de bens mais sofisticados e relacionados a maiores níveis de renda.

A abordagem da complexidade econômica é aprimorada no estudo de Hausmann e Hidalgo (2009) com a elaboração do índice de complexidade econômica, que serve como uma *proxy* do conhecimento acumulado e cristalizado na estrutura produtiva de uma economia. O índice de complexidade econômica (ICE) foi estabelecido a partir

da abordagem chamada de método de reflexões, a qual leva esse nome pelo fato de resultar em um conjunto simétrico de variáveis para países e produtos. Para a construção dos índices, os autores utilizaram uma base de dados sobre comércio internacional, sendo as exportações dos países uma representação de sua estrutura produtiva.

O ICE, ou ICP no caso de produtos, tem como primeira etapa a estimação do índice de vantagens comparativas reveladas (IVCR), desenvolvido por Balassa (1965). Um país possui vantagem comparativa revelada na exportação de um produto quando o índice tem valor igual ou maior que um. Os valores maiores que um são igualados a um, e os valores menores são igualados a zero. O cálculo do índice é dado por:

$$IVCR_{cp} = \frac{X_{cp}}{\sum_{cp} X_{cp}} \frac{\sum_{cp} X_{cp}}{\sum_{c,p} X_{cp}} \quad (1)$$

Na equação (1), c equivale aos países, p são os produtos exportados, $IVCR_{cp}$ é o valor do índice do produto p do país c , X_{cp} representa as exportações do produto p do país c , $\sum_c X_{cp}$ é o volume total de todos os bens exportados pelo país c , $\sum_p X_{cp}$ o valor do volume total de exportações do produto p , e $\sum_{c,p} X_{cp}$ é o valor do volume total de exportações do mundo inteiro. Uma economia nacional possui vantagem comparativa revelada em um produto quando este possuir uma porcentagem de participação maior na pauta de exportações do país do que sua parcela de participação em todo o comércio mundial. (BALASSA, 1965; HAUSMANN *et al.*, 2014)

Definido o IVCR, é construída a matriz M_{cp} , onde os produtos estão alocados nas linhas e os países nas colunas. Então, se o $IVCR \geq 1$, a célula da matriz será preenchida com valor 1, ou, se $IVCR < 1$, a célula é preenchida com zero. A partir da matriz M_{cp} é possível identificar as duas informações principais para o índice: a diversidade e a ubiquidade. A diversidade é dada pela soma de todos os produtos que o país exporta com vantagens comparativas reveladas (soma da coluna). E a ubiquidade é dada pela soma de quantos países exportam um produto com vantagens comparativas reveladas (soma da linha). Quanto menos países são capazes de produzir determinado bem, menor é sua ubiquidade (HAUSMANN; HIDALGO, 2011). Formalmente:

$$Diversidade = k_{c,o} = \sum_p M_{cp} \quad (2)$$

$$Ubiquidade = k_{p,o} = \sum_c M_{cp} \quad (3)$$

As economias mais complexas tendem a ser mais diversificadas, pois possuem capacidades que lhes permitem produzir uma grande gama de bens, assim como

normalmente são capazes de produzir bens que poucos outros países também produzem. Dessa forma, a diversidade e a ubiquidade apresentam uma relação negativa, e o processo de interação entre as duas variáveis gera as informações sobre a sofisticação das economias e produtos. Dois países podem exportar a mesma quantidade de bens com vantagens comparativas, mas se um deles exporta bens menos ubíquos, ou bens que outros países mais diversificados exportam, enquanto o outro é especializado em mercadorias que muitos países exportam, o primeiro será mais complexo, o que indica que possui mais capacidades produtivas.

Definida a matriz M_{cp} , as duas informações são usadas para corrigir uma à outra, calculando seus valores médios iterativamente. Calcula-se a ubiquidade média das exportações dos países e também a diversidade média dos países que exportam esses produtos. No caso da métrica dos produtos, é calculada a média da diversidade dos países que exportam esse bem. Assim como a ubiquidade média dos demais produtos que este país exporta (HAUSMANN *et al.*, 2014). Formalmente:

$$K_{c,N} = \frac{1}{K_{c,0}} \sum_p M_{cp} \cdot k_{p,N-1} \quad (4)$$

$$K_{p,N} = \frac{1}{K_{p,0}} \sum_c M_{cp} \cdot k_{c,N-1} \quad (5)$$

A medida de complexidade depende da iteração entre a sofisticação do produto e da diversidade da economia. O subscrito N representa a ordem de iterações que internaliza a relação entre ubiquidade e diversidade média dos elementos da matriz. Na ordem de iteração inicial, correspondente ao 0 (zero) subscrito no denominador das equações (4) e (5), temos o valor de $k_{c,N}$ que se refere à diversidade média dos países, e $k_{p,N}$ correspondente à ubiquidade média dos produtos. Assim, a equação (5) é inserida em (4) e reescrita em (8):

$$K_{c,N} = \frac{1}{K_{c,0}} \sum_p M_{cp} \cdot \frac{1}{K_{p,0}} \sum_{c'} M_{c'p} \cdot k_{c',N-2} \quad (6)$$

$$K_{c,N} = \sum_{c'} k_{c',N-2} \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c,0} k_{p,0}} \quad (7)$$

$$K_{c,N} = \sum_{c'} \tilde{M}_{cc'} K_{c',N-2} \quad (8)$$

onde
$$\tilde{M}_{cc'} = \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c,0} k_{p,0}} \quad (9)$$

Nas equações (6), (7) e (8), c' corresponde aos demais países, com exceção do país c . A equação (8), que fornece o índice, será satisfeita quando $k_{c,N} = k_{c,N-2} = 1$. Esse é o autovetor de \tilde{M}_{cc} , associado ao seu maior autovalor. Visto que esse é um vetor formado apenas por valores iguais a 1, é considerado o autovetor associado ao segundo maior autovalor. Segundo Hausmann *et al.* (2014, p. 24), “esse autovetor é capaz de identificar a maior variância do sistema e corresponde a medida de complexidade”. Logo, o índice de complexidade econômica (ICE) é dado por:

$$ICE = \frac{\vec{K} - \langle \vec{K} \rangle}{dp(\vec{K})} \quad (10)$$

Na equação (10), \vec{K} representa o autovetor associado ao segundo maior autovalor. Assim, o ICE é o resultado da subtração da média do autovetor do seu próprio valor, dividido por seu desvio padrão. Como se trata de uma matriz simétrica, para calcular o índice para produtos é preciso seguir o mesmo rito, apenas trocando os termos c (países) para p (produtos). Assim, o autovetor associado ao segundo maior autovetor é representado por \vec{Q} , e a equação é dada por:

$$ICP = \frac{\vec{Q} - \langle \vec{Q} \rangle}{dp(\vec{Q})} \quad (11)$$

A partir da abordagem teórico-conceitual apresentada, amparada por esta formalização, a abordagem da complexidade tem sido utilizada de diferentes formas, visando sobretudo à compreensão dos processos de desenvolvimento econômico das nações.

1.2. COMPLEXIDADE ECONÔMICA: ESTUDOS SOBRE O BRASIL E PROPOSTA METODOLÓGICA

Os resultados encontrados por Hausmann e Hidalgo (2009) demonstraram uma correlação positiva entre a medida de complexidade e o PIB *per capita* dos países. Além disso, o índice se mostrou um bom preditor do crescimento futuro, pois, ao longo do tempo, a renda dos países tende a se aproximar de sua respectiva complexidade. Esses resultados também foram encontrados por Abdon *et al.* (2012), que replicaram o método de reflexões. O estudo desses autores identificou que os maiores exportadores de bens mais complexos, como maquinário e químicos, são os países de alta renda, enquanto os maiores exportadores de bens menos complexos, como *commodities* e materiais brutos, são os países mais pobres.

Camargo, Freitas e Gala (2017) também encontraram evidências semelhantes com a utilização de análise através de redes complexas. As economias mais complexas tendem a gerar ligações de comércio com produtos mais complexos, enquanto estruturas produtivas menos sofisticadas encontram dificuldades em se diversificar e produzir bens mais complexos. De acordo com os autores, essas evidências empíricas corroboram a discussão sobre centro-periferia do comércio mundial há tempos levantada pela CEPAL.

Cabe ressaltar, como destacado por Hidalgo (2021), que a abordagem da complexidade econômica não se trata de concentração das exportações ou comércio. As formulações iniciais apenas aproveitam a padronização e grande desagregação das bases sobre comércio para relacionar uma grande quantidade de informações sobre países e produtos. Os estudos na área de complexidade econômica têm avançado com a aplicação de sua metodologia e ferramentas em dados sobre emprego, atividades econômicas e setores industriais, patentes, publicações científicas, pesquisa e desenvolvimento, etc. Além disso, os estudos na área têm sido aplicados também a nível regional.

Existem alguns estudos direcionados para a análise do caso brasileiro, bem como de suas regiões. Britto *et al.* (2019) utilizam a metodologia do espaço de produtos e do índice de desvantagens comparativas, proposta pelos autores, para comparar a trajetória de crescimento do Brasil e da Coréia do Sul desde os anos 1960. A trajetória de mudança estrutural do Brasil mostra que o país tem reprimarizado sua produção e reduzido sua complexidade desde meados dos anos 1990, enquanto a Coréia do Sul consolidou sua produção industrial em bens de média e alta tecnologia. O país asiático que apresentava um nível de PIB *per capita* semelhante ao do Brasil no início dos anos 1960 passou a apresentar taxas de crescimento relativas mais aceleradas com a consolidação do seu processo de mudança estrutural.

Outros trabalhos levam a análise do caso brasileiro para o nível subnacional ou regional. Romero e Silveira (2019) analisam a complexidade no nível dos estados brasileiros e buscam identificar setores promissores para a elevação da complexidade da estrutura produtiva nacional. Os autores utilizam uma média ponderada do índice de complexidade para construir esse indicador ao nível de estados.

Dathein, Missio e Teixeira (2022) recriam a medida de complexidade com os dados de exportações para os estados brasileiros e analisam os fatores que determinam sua relação com o crescimento. Freitas, Queiroz e Romero (2023) têm uma proposta semelhante, utilizam dados sobre emprego da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2010, considerando a Classificação Nacional de Atividades Econômicas versão 2.0 (CNAE 2.0) para replicar os índices de complexidade. Esses estudos também encontram a correlação entre complexidade e crescimento no nível regional, e identificam a possibilidade de crescimento do produto ou emprego nos estados com o aumento da complexidade deles.

Ainda há estudos como o de Machado (2019), que faz a conversão das informações sobre produtos exportados pelo Brasil para criar a medida de complexidade correspondente sobre os grupos de atividades da CNAE 2.0, bem como para identificar o direcionamento às políticas industriais dos anos 2000 no Brasil através dos desembolsos do BNDES. O autor identificou que tais políticas foram focalizadas em setores nos quais o país já era competitivo e que apresentavam média ou baixa complexidade, ao passo que não visavam ao ganho de vantagem em setores que aumentariam a complexidade da estrutura produtiva nacional.

Alguns estudos da literatura nacional buscam identificar a relação entre complexidade e matriz insumo-produto. Gala *et al.* (2018) utilizam os dados sobre empregos nos setores de manufatura e serviços sofisticados provenientes do *Groningen Growth and Development Centre (10 Sectors GGDC Database)* para comparar sua relação com a complexidade econômica em um painel para 32 países. Os resultados encontrados demonstraram que a capacidade de elevar a complexidade ao longo do tempo depende da criação de empregos nesses setores.

Sousa (2018) estima os índices de complexidade e o espaço de produtos utilizando os dados sobre insumo-produto do *World Input-Output Database (WIOD)* para 43 economias. Este estudo também identifica a importância do setor de serviços para a complexidade dos países e a relação positiva entre produtos mais complexos e renda, o que também se verifica nas estimativas tradicionais da abordagem.

Visando uma contribuição original sobre o caso brasileiro, o principal objetivo deste artigo é analisar a complexidade da estrutura produtiva brasileira a nível de atividade, considerada nas matrizes insumo-produto (MIP). Para tanto, utilizam-se as tabelas de correspondências entre nomenclaturas de produtos e atividades fornecidas pela *United Nations Statistic Division (UNITED NATIONS, 2023)*. Os dados sobre o índice de complexidade para produtos (ICP) são oriundos do *Observatory of Economic Complexity (HAUSMANN et al., 2014)* e, como são baseados em dados sobre comércio internacional, a opção foi pela utilização dos dados classificados de acordo com o *Harmonized System (HS)* de 2007, revisão 6; assim foi possível realizar a conversão até o nível de atividades do Sistema de Contas Nacionais (SCN), que é a classificação padrão das matrizes de insumo-produto do Brasil (IBGE, 2018) nos anos analisados, 2010 e 2015.

Para a realização desta proposta, utilizou-se a estratégia metodológica empregada em Machado (2019). Adotam-se inicialmente, como referência, os dados para exportações do Brasil, fornecidos pelo Comex Stat do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). Dessa forma, foi realizada uma série de conversões para que fosse possível fazer a correspondência entre os produtos com as categorias de atividades do SCN.

Primeiramente, consideram-se todos os produtos exportados pelo Brasil, nos anos de 2010 e 2015, relacionados com o seu ICP pelo código HS do produto. Os produtos na nomenclatura do HS foram convertidos para a nomenclatura *Central Product Classification* versão 2 (CPC Ver. 2). Daí são convertidos para a classificação de atividades *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* revisão 4 (ISIC Rev. 4), agregando diversos produtos em grupos de atividades de acordo com esta classificação. A partir dessa classificação internacional, foi realizada a conversão para a Classificação Nacional de Atividades Econômicas versão 2.0 (CNAE 2.0) e, por fim, a conversão da CNAE 2.0 para a classificação utilizada no Sistema de Contas Nacionais, com 67 setores, de acordo com as tabelas de correspondência da Comissão Nacional de Classificação (CONCLA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O índice de complexidade de cada atividade foi obtido a partir da média do ICP de todos os produtos exportados pelo Brasil que correspondem a um setor de atividade do SCN, de maneira semelhante à abordagem empregada em Romero e Silveira (2019) para obter o índice de complexidade para os estados brasileiros. No presente estudo, a média foi ponderada pelo percentual de participação do produto no valor total das exportações brasileiras.

Optou-se pela utilização das exportações nacionais como referência para a estrutura produtiva, a fim de identificar o índice de complexidade de cada setor analisado nas matrizes de insumo-produto. A opção pela utilização da média ponderada é uma forma de dar maior peso aos produtos que se destacam na pauta de exportações, o que é um indicativo de que tais produtos teriam um maior peso na estrutura produtiva nacional. Como os dados sobre complexidade econômica não incluem os serviços, há perda de informações para alguns setores, então a análise se restringe às atividades de produção de bens.

2. ANÁLISE ECONÔMICA A PARTIR DE MATRIZES DE INSUMO-PRODUTO (MIP): CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E APLICAÇÕES PARA O BRASIL

Em geral, a MIP é apresentada como um poderoso instrumento de análise dos encadeamentos produtivos de determinadas atividades sobre os demais setores da economia. Pasinetti (1977, p. 35) afirma que os economistas do século XIX tiveram a árdua e ambiciosa tarefa de estudar a realidade econômica e toda a sua complexidade com métodos rudimentares. A evolução do pensamento econômico e do instrumental analítico disponível para observações empíricas ao longo do século XX permitiu, ao mesmo tempo, simplificações metodológicas e hipóteses mais robustas.

Enquanto instrumental, a MIP é vista como parte importante da análise econômica. Em 1941, Leontief lança o *The Structure of American Economy*, contendo a matriz de relações intersetoriais dos Estados Unidos entre 1919 e 1929. O modelo de MIP criado pelo autor permitia a avaliação dos impactos das políticas econômicas, com destaque para a inter-relação entre os setores produtivos, a partir de uma adaptação da teoria neoclássica do equilíbrio geral walrasiano onde, *ceteris paribus*, a produção de cada bem é função de uma combinação fixa dos fatores de produção empregados na sua confecção — possibilitando a estimação de encadeamentos para frente e para trás e mostrando os principais setores de uma economia (CONTINI; NUNES, 2001; KURESKI, 2003).

O IBGE é o órgão oficial do governo federal responsável pela elaboração das matrizes nacionais desde 1970, objetivando um marco fundamental do SCN, que viabilize estatísticas macroeconômicas. As tabelas básicas do SCN, por sua vez, são baseadas nas Tabelas de Recursos e Usos de bens e serviços (TRU), que apresentam os resultados agregados de oferta e demanda total e a conta da renda por setor de atividade. Tendo em vista a padronização e compatibilização internacional, desde os anos 1990 a metodologia segue o manual internacional *System of National Accounts* (SNA) (KURESKI, 2003; FEIJÓ *et al.*, 2008; MARQUES, 2017).

Com o contínuo aprimoramento instrumental, a MIP, nas últimas décadas, vem ganhando notoriedade acadêmica e importância nas análises setoriais e estruturais. Em uma abordagem contábil keynesiana-kaleckiana *ex-post*, utilizando o método *Structural Decomposition Analysis* (SDA)² e indicadores de ligação setorial para analisar, respectivamente, mudança estrutural e *drivers* de crescimento, o trabalho de Dweck, Freitas e Kupfer (2008) observa que a economia brasileira pós-1985 paralisa seu processo de diversificação e criação de vínculos setoriais para adquirir outros contornos, com o setor industrial cada vez mais dependente de insumos importados e a modernização agrícola liberando uma extensa mão de obra absorvida pelo setor de serviços.

O relatório de Freitas, Kupfer e Young (2004) acerca da decomposição estrutural para variação do produto e emprego entre 1990 e 2001, via MIP, destaca setorialmente: (i) a enorme contribuição negativa da mudança tecnológica na explicação do resultado líquido da variação de emprego no setor agropecuário; (ii) a indústria de transformação arcou com um ajuste bastante pesado da liberalização comercial dos anos 1990, com graus de modernização maiores alcançados pelos setores de *commodities* (siderurgia, metalurgia, celulose, petroquímica) e duráveis (eletrônica e automobilística); (iii) a

² Este método pode ser usado como uma espécie de contabilidade de crescimento pelo lado da demanda, capturando os seguintes componentes: demanda final, penetração/substituição de importações e mudança técnica para o crescimento da produção, do emprego e do valor agregado. Essa abordagem contesta o quadro usual de separação dos fatores produtivos (capital, trabalho e produtividade total dos fatores) como fonte imediata de crescimento econômico (DWECK; FREITAS; KUPFER, 2008).

construção civil apresentou valores dos componentes de variação do emprego desproporcionalmente pequenos em relação ao grande peso desse setor no emprego total da economia brasileira; (iv) o setor de serviços se caracterizou como gerador líquido de emprego.

Baseando-se nos trabalhos anteriores, Carvalho (2010) conclui que a mudança estrutural da economia brasileira nas últimas décadas é uma combinação de abertura comercial com falta de dinamismo na demanda doméstica. Temos uma especialização da indústria nacional mais passiva do que ativa, isto é, resultante do baixo dinamismo da demanda e da economia brasileira em geral, com uma certa rigidez estrutural que privilegia atividades com perfil de investimento de retornos rápidos e de baixo risco — característico de bens de menor conteúdo tecnológico. Ademais, a liberalização favoreceu os setores mais maduros da economia, que, no caso brasileiro, são os menos intensivos em tecnologia, como *commodities* e bens tradicionais.

Investigando a dinâmica setorial da economia brasileira entre 1995 e 2009, no intuito de distinguir os efeitos do lado da demanda daqueles oriundos das mudanças nas ligações entre os setores (denominadas mudanças tecnológicas), e utilizando-se do método de decomposição estrutural da análise de MIP proposto por Blair e Miller (2009), Figueiredo e Oliveira (2015) reforçam as conclusões dos estudos anteriores quanto à questão do trabalho, notando que o aumento da produtividade do setor agropecuário resultou em uma redução do emprego nesse setor, liberando mão de obra para outras atividades da economia. A indústria apresentou crescimento do emprego e do valor adicionado superior ao agropecuário, porém menor que o do setor de serviços, destacando-se a extrativa mineral para valor adicionado e a construção civil para o emprego. Já na indústria de transformação houve um enfraquecimento dos elos entre os seus setores, o que pode ter ocorrido com substituições de insumos nacionais por importados, mudanças no mix de produtos (com a adoção de novos substitutos ou de insumos complementares no processo produtivo), mudança dos preços relativos e dos padrões de troca da indústria.

As abordagens realizadas com o instrumental de MIP para o Brasil reforçam a constatação de uma drástica mudança estrutural nos últimos trinta anos, acarretada pela abertura comercial e por questões de demanda doméstica que encaminham o país para uma especialização em setores de baixo conteúdo tecnológico. Nesse sentido, a multiplicidade metodológica permitida pela MIP, em conjunto com a complexidade econômica, pode fornecer uma visão abrangente da estrutura produtiva nacional e das principais características de seu comércio exterior, destacando a sua principal cesta de produtos e suas ligações setoriais, a fim de compreender seu impacto no desenvolvimento econômico.

2.1. A METODOLOGIA DA MIP: *FORWARD LINKAGES* (FL), *BACKWARD LINKAGES* (BL) E ÍNDICES DE LIGAÇÃO HIRSCHMAN-RASMUSSEN (HR)

Neste artigo serão utilizadas as matrizes dos anos 2010 e 2015, nível 67, disponibilizadas pelo IBGE. Visando à compatibilização com a abordagem da complexidade, foi realizada a conversão do *Harmonized System* (HS) para o Sistema de Contas Nacionais (SCN) no nível 67. Serão utilizados os indicadores a jusante (*forward linkages*) e a montante (*backward linkages*), bem como os índices de ligação Hirschman-Rasmussen (HR), para identificar o impacto de encadeamento produtivo dos principais produtos exportados pelo Brasil.

Os índices de ligação Hirschman-Rasmussen apresentam os setores-chave da cadeia produtiva. Primeiramente, partimos de uma matriz de coeficientes técnicos diretos:

$$A = [a_{1,1} \dots a_{1,j} \dots a_{i,1} \dots a_{i,j}] \quad (12)$$

Considere $i, j = 1, 2, \dots, n$

Onde cada elemento a_{ij} é o valor produzido pelo setor i e consumido pelo setor j para se produzir uma unidade monetária. Dessa forma podemos realizar uma leitura em que, pelos coeficientes técnicos setoriais, as linhas indiquem os produtos, e as colunas, os insumos.

Contudo, é necessário utilizarmos uma matriz que represente os coeficientes técnicos diretos e indiretos. Para isso, temos a matriz Z :

$$Z = (I - A)^{-1} = [Z_{1,1} \dots Z_{1,j} \dots Z_{i,1} \dots Z_{i,j}] \quad (13)$$

Onde Z é a matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos, ou matriz de Leontief de ordem $n \times n$. Mais especificamente, cada elemento da matriz Z é a produção total do setor i necessária para produzir uma unidade de demanda final para o setor j . O somatório das linhas e colunas fornece os indicadores FL e BL, respectivamente, desdobramentos para frente (jusante) e para trás (montante) na cadeia produtiva:

$$FL = \sum_{i=1}^n Z_{ij} \quad (14)$$

$$BL = \sum_{j=1}^n Z_{ij} \quad (15)$$

Em (14), lê-se como um aumento total na produção de todos os setores quando há aumento unitário pela demanda final da atividade *i*. Já em (15), o aumento na produção da atividade *j* se dá quando há aumento unitário em toda a demanda final.

Temos, ainda, em Z^* a média de todos os componentes da matriz *Z*. Assim, podemos determinar:

Índices de ligação para frente – Sensibilidade de Dispersão (SD)

$$SD = [FL/n]/Z^* \quad (16)$$

Índices de ligação para trás – Poder de Dispersão (PD)

$$PD = [BL/n]/Z^* \quad (17)$$

Em (16) e (17), temos os índices de ligação HR, onde indicadores maiores que 1 estão acima da média setorial e, portanto, são setores-chave da economia (FEIJÓ *et al.*, 2008; BLAIR; MILLER, 2009; GUILHOTO; SESSO FILHO, 2010).

Esquemáticamente, Blair e Miller (2009) afirmam que, diante dos resultados dos indicadores apresentados, os setores respondem às seguintes classificações:

- geralmente independentes de (não fortemente conectados a) outros setores (ambas as medidas de ligação menores que 1);
- geralmente dependentes de (conectados a) outros setores (ambas as medidas de ligação maiores que 1);
- dependente da oferta interindústria (apenas a ligação para trás é maior que 1);
- dependente da demanda interindústria (apenas a ligação para frente é maior que 1).

Os resultados podem ser dispostos da seguinte forma:

Quadro 1 – Comportamento setorial conforme os indicadores

BL	FL	
	SD < 1	SD > 1
PD < 1	Geralmente independente (I)	Dependente de demanda interindústria (IV)
PD > 1	Dependente de oferta interindústria (III)	Geralmente dependente (II)

Fonte: Elaboração nossa a partir de Miller e Blair (2009).

Quando aplicada para diferentes períodos, a análise do Quadro 1 oferece uma indicação da evolução da economia.

Nesse ponto, uma observação deve ser feita: em geral, à procura dos setores mais dinâmicos da economia, alguns trabalhos negligenciam a exposição dos comportamentos

elencados no Quadro 1, como a identificação de setores-chave, índices de ligações para trás e para frente e índice de complexidade. Mas, se uma economia é composta por um complexo sistema produtivo, a visualização dos setores-chave é necessária, porém não suficiente para se ter uma análise aprofundada do seu tecido produtivo.

Além disso, adiciona-se a contribuição de Kupfer (1998) para cada exposição setorial, utilizando-se seus quatro grandes agrupamentos: commodities (C), duráveis (D), tradicionais (T) e difusores de tecnologia (DT). Isso se justifica por auxiliar a compreensão dos setores que apresentaram os melhores resultados tanto em termos de complexidade quanto em termos dos elos da cadeia produtiva.

3. COMPLEXIDADE ECONÔMICA E ENCADEAMENTOS PRODUTIVOS NA ECONOMIA BRASILEIRA

Os principais resultados encontrados na aplicação da metodologia de complexidade e MIP, de forma complementar, estão expostos na Tabela 1. A análise realizada neste estudo tem como foco as atividades identificadas como setores-chave, que, de acordo com os indicadores da MIP, são considerados mais dinâmicos. Entre os setores-chave da economia, isto é, aqueles que apresentam tanto SD quanto PD maiores que 1, tanto em 2010 quanto em 2015, quatro são commodities (C), dois tradicionais (T) e dois difusores de tecnologia (DT). Os setores-chave são aqueles que têm um grande efeito de transbordamento por toda cadeia produtiva e que detêm, por sua vez, elevado impacto, tanto a jusante quanto a montante e, portanto, possuem uma maior capacidade de gerar crescimento econômico.

Tabela 1 – Classificação dos setores-chave da economia brasileira – ICS, SD e PD, 2010 e 2015

Classificação	Setores-chave	2010				2015			
		ICS	Rank	SD	PD	ICS	Rank	SD	PD
C	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0.35	1	1.09	1.11	0.45	1	1.03	1.09
T	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0.24	2	1.19	1.14	0.19	3	1.20	1.12
T	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0.20	3	1.76	1.15	0.14	5	1.82	1.11

(Cont.)

Classificação	Setores-chave	2010				2015			
		ICS	Rank	SD	PD	ICS	Rank	SD	PD
DT	Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0.20	4	1.12	1.16	0.17	4	1.12	1.10
C	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	-0.01	5	1.33	1.21	0.22	2	1.06	1.19
C	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	-0.06	6	1.14	1.18	0.07	6	1.00	1.12
C	Refino de petróleo e coquearias	-0.43	7	2.52	1.28	-0.20	7	2.77	1.37
DT	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	-0.50	8	1.91	1.02	-1.11	8	2.02	1.15

Fonte: Elaboração nossa a partir de dados do IBGE (2016, 2018).

Pode-se observar que os setores com importância na cadeia produtiva nacional também apresentam certo nível de complexidade quando comparados com os demais setores da economia (ver Apêndice). Mesmo os resultados negativos do índice de complexidade setorial (ICS) são valores próximos da média, que foi de -0,48 em 2010, e de -0,43 em 2015³. Isso também indica o padrão de especialização nacional em bens ou atividades menos complexas, apesar do resultado para os setores-chave. Quando colocados na coluna que ranqueia o seu comportamento, comparativamente aos demais setores-chave, eles apresentam certa continuidade entre 2010 e 2015. Esse é um resultado esperado, justamente pelo fato de o índice de complexidade se tratar de um indicador estrutural, de modo que não se espera grande variação em curto período de tempo. Mas, devido às dinâmicas de mercado, as vantagens comparativas podem se alterar com grande aumento da demanda por alguns bens, como no “boom das commodities”, por exemplo. O mesmo vale para a metodologia empregada aqui no cálculo do ICS, visto que o índice é ponderado pela participação dos bens no total das exportações.

O primeiro lugar, em 2010 e 2015, é o setor de *Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos*, cujo ICS de 0.35 se justifica por ter ligações com

³ Cabe destacar que a média da complexidade não representa o que seria a complexidade da estrutura produtiva do país. A média de complexidade dos setores é utilizada apenas de forma ilustrativa. O setor *Outras atividades profissionais, científicas e técnicas* foi retirado do cálculo da média por ser um *outlier*. Na conversão este apresentou um valor alto, mas representou poucos produtos, nos quais o país é pouco competitivo.

diversos outros setores mais complexos da indústria, como identificado em Hausmann e Hidalgo (2009) para este tipo de categoria de exportações — o que é corroborado pelo SD e PD maiores que um. Em outras palavras, esse setor apresenta ligações fortes a montante e a jusante, além de elevado comportamento comparativo de complexidade em termos de exportação, sendo um setor estratégico tanto dentro quanto fora do país.

O mesmo ocorre com o segundo melhor setor em termos de ICS tanto em 2010 quanto em 2015: *Fabricação de produtos de borracha e de material plástico*, com ICS de 0.20, e *Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura*, com ICS de - 0.01, em 2010, e de 0.22, em 2015.

Ambos os setores são pertencentes ao grupo de *commodities*, produtos homogêneos elaborados e vendidos em grande tonelagem. Intensivos em consumo natural e energético, correspondem aos bens intermediários da economia (KUPFER, 1998). Resumidamente, tal grupo carrega consigo características intrínsecas que apresentam elevados elos na cadeia produtiva, por demandar muitos recursos e ofertar, em grande medida, os insumos básicos da indústria de produção “em série” (PÉREZ, 2001).

Nesse sentido, o que se oferta, em termos de mercado externo, é de baixo conteúdo tecnológico e alimenta um padrão antigo de funcionamento e organização industrial. Isso condiz com os trabalhos que apontam o “efeito China” como um dos principais motivadores do *boom* das *commodities* nos anos 2000, ainda mais quando consideramos o padrão de crescimento daquele país nos últimos quarenta anos.

Apesar do baixo conteúdo tecnológico, *Fabricação de produtos de borracha e de material plástico* é geralmente dominado por seus fornecedores de insumos e equipamentos (PAVITT, 1984), consumindo inovações geradas por outros setores da economia e servindo como fornecedor de insumo para setores metalmeccânico e de tecnologia — o que está em conformidade com um SD superior ao PD em ambos os períodos, havendo um elo para frente na cadeia produtiva ligeiramente mais fortalecido.

Apenas dois setores são difusores de tecnologia, isto é, aqueles que são indispensáveis para o avanço produtivo e tecnológico da economia como um todo e que são fornecedores especializados baseados em ciência: *Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos* e *Energia elétrica, gás natural e outras utilidades*, respectivamente, em quarto e oitavo no ranking de ICS nos dois períodos. Ou seja, os setores com maior capacidade de geração e difusão tecnológica bem consolidados na estrutura produtiva brasileira não figuram entre os primeiros lugares de complexidade.

Vale observar que o sétimo lugar no ICS nos dois anos, *Refino de petróleo e coquearias*, tem os maiores PDs e SDs entre os setores-chaves, o que confirma o fato de que, historicamente, a industrialização brasileira está fortemente vinculada ao desenvolvimento do setor petrolífero,

notadamente pela estatal Petrobrás⁴. A Tabela 2 destaca algumas dessas informações, apresentando as cinco atividades com maior e menor ICS para os anos analisados.⁵

Tabela 2 – Cinco atividades mais complexas e menos complexas, Brasil, 2010 e 2015

Atividades	2010		Atividades	2015	
	ICS	Comport.		ICS	Comport.
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0.81	SDOI	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0.86	SDOI
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0.75	SI	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0.79	SI
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0.6	SDOI	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0.65	SDOI
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0.57	SI	Impressão e reprodução de gravações	0.64	SDOI
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0.52	SDOI	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	0.64	SDOI
Produção florestal; pesca e aquicultura	-1.93	SI	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	-1.82	SI
Fabricação de produtos do fumo	-2.07	SDOI	Fabricação de produtos do fumo	-1.82	SDOI
Fabricação e refino de açúcar	-2.13	SDOI	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	-1.95	SDOI
Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	-2.23	SDOI	Produção florestal; pesca e aquicultura	-2.29	SI
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	-2.7	SDDI	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	-2.88	SDDI

Nota: Setores-chave (SC), Setores independentes (SI), Setores dependentes da demanda interindústria (SDDI), Setores dependentes da oferta interindústria (SDOI).

Fonte: Elaboração nossa a partir dos dados do Observatory of Economic Complexity (2023) e IBGE (2018, 2016).

⁴ Para maiores considerações sobre este aspecto, necessita-se de um aprofundamento setorial que está fora do escopo desse trabalho.

⁵ O setor *Outras atividades profissionais, científicas e técnicas* apresentou o maior ICS nos dois anos, como pode ser visto no Apêndice. No entanto, ele não está inserido na análise pois o país exporta um valor ínfimo e apenas um produto exportado, *Chapas ou filmes fotográficos, expostos ou revelados*, corresponde a essa categoria.

O setor de *Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores* apresenta o maior ICS nos dois anos. Esse é um setor com muitas ligações no mercado mundial, e diversos países mais complexos exportam com vantagens bens ligados a esse setor. O mesmo vale para o setor *Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças*, que apresenta um ICS até maior em 2015. Esses resultados vão ao encontro dos resultados encontrados em Hausmann *et al.* (2014), que destacam que carros e produtos relacionados possuem várias conexões e são *hubs* de conhecimento. Ainda que não sejam classificações comparáveis, estão relacionadas e apresentam capacidades produtivas semelhantes.

As demais atividades de maior complexidade são ligadas à produção de máquinas, nas quais os produtos também são um *hub* na análise de Hausmann *et al.* (2014), além de farmoquímicos e eletrônicos para os dois anos. Esses resultados são semelhantes aos encontrados em Machado (2019), em que os setores ligados a esses tipos de atividade se destacam entre os mais complexos, assim como atividades ligadas ao setor automobilístico.

Quanto aos setores menos complexos, podemos ver que predominam aqueles ligados à produção de commodities agrícolas e minerais, com destaque novamente para um setor relacionado à produção de petróleo como o menos complexo. Esse é um resultado esperado, já que esse é um produto do qual países pouco complexos são grandes exportadores. Cabe destacar que nenhum dos setores destacados na Tabela 2 é identificado como setor-chave, nem entre os mais complexos nem entre os menos complexos.

Considerando toda a estrutura produtiva disponibilizada pelo IBGE em termos de MIP e seus resultados, que seguem no Apêndice deste artigo, podemos nos certificar de um padrão que já é evidenciado nos setores-chave: uma economia de baixa complexidade nos setores propulsores de tecnologia e inovação, em que os setores com maior inserção externa se mantêm com reduzido grau de complexidade ou mesmo com ligação produtiva doméstica, conforme mostrado pelos resultados da MIP que apontam *Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita e Pecuária, inclusive o apoio à pecuária* como, essencialmente, setores dependentes da demanda interindústria ou independentes e, ao mesmo tempo, com ICS reduzido.

Isso significa que a incursão brasileira ao mercado externo nas últimas décadas foi em resposta à demanda externa e dependente do aquecimento da economia global, sobretudo a chinesa. Isso se torna sintomático ao não gerar um fortalecimento robusto da cadeia produtiva interna — dadas as características já expostas desses setores. A economia brasileira também tem encontrado dificuldades para avançar em setores de maior incremento tecnológico e inovativo. A indústria de transformação, dominada por setores que dependem da oferta interindústria, apresenta os melhores ICS tanto para 2010 quanto para 2015, mas, quando se realiza um maior detalhamento na verificação dos dados, percebe-se um predomínio de *commodities* e de setores tradicionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou compreender as relações existentes entre a complexidade das exportações e a estrutura produtiva da economia brasileira. Para tanto, utilizou-se, de forma integrada, de duas ferramentas consideradas complementares: a abordagem da complexidade econômica, buscando destacar a importância das exportações para a dinâmica econômica nacional no longo prazo; e a matriz insumo-produto, para verificação dos encadeamentos nos setores a que pertencem os produtos da pauta exportadora.

Em um primeiro momento, reafirma-se a participação de destaque dos produtos primários, processo já identificado nas décadas de 1980 e 1990, que ficou ainda mais evidente a partir dos anos 2000, com o “boom das *commodities*”. De modo geral, as principais exportações brasileiras apresentam uma redução de sua complexidade, tanto nos bens oriundos da produção primária quanto nos bens manufaturados. Há uma elevação da participação dos produtos primários frente aos bens manufaturados, com redução de complexidade na cesta dos principais produtos exportados.

Mesmo o Brasil tendo uma pauta de exportações bastante diversificada e, portanto, produzindo produtos de diferentes níveis de complexidade, a estrutura produtiva da economia brasileira reflete a baixa competitividade internacional dos produtos mais complexos. Ou seja, existe um condicionante histórico (decorrente da trajetória, *lock in* etc) que revela as limitações da estrutura produtiva nacional em fazer com que bens mais complexos ocupem um lugar de destaque na pauta de exportações, mecanismo que tem se autorreforçado no século XXI.

O Brasil cresceu a partir de dentro entre as décadas de 1930-70, visando o mercado doméstico, em um primeiro momento, para depois buscar uma inserção externa a partir da completude da sua malha produtiva. Nesse sentido, é razoável supor que a estrutura produtiva nacional acabaria determinando o que se exporta; porém, apesar da pauta diversificada, os produtos com maior peso na cesta de exportações continuam, predominantemente, sendo aqueles vinculados às vantagens comparativas tradicionalmente associadas aos bens primários. No caso brasileiro, a estrutura produtiva acabou tendendo para produtos mais competitivos no comércio internacional, o que levou produtos mais complexos a terem encadeamentos menos relevantes do que produtos menos complexos, o que limita o potencial de desenvolvimento econômico nacional, inclusive porque os principais produtos exportados muito pouco se alteraram ao longo deste século.

Em síntese, ainda que com limitações, o estudo consegue identificar que existe correspondência e compatibilidade entre os resultados obtidos em termos de exportação e complexidade e as ligações do tecido produtivo da economia nacional, no que se refere à importância da pauta de exportações como potencial vetor do desenvolvimento econômico nacional. O fato de a estrutura produtiva, sobretudo em relação aos principais

produtos exportados, estar centrada em produtos que não são difusores de tecnologia (DT) revela a precariedade do desenvolvimento econômico nacional em um cenário em que as estratégias de desenvolvimento estão cada vez mais dependentes da complexidade e da sofisticação produtiva. Nesse sentido, a crescente relevância dos efeitos de encadeamento de produtos menos complexos, aliada ao aumento da sua participação na pauta de exportações, pode ser considerada um fator dificultador do desenvolvimento econômico nacional, ainda que contribua para o crescimento do PIB em alguns períodos.

REFERÊNCIAS

- ABDON, A. *et al.* Product complexity and economic development. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 23, n. 1, p. 36-68, 2012. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/57018/1/635921618.pdf>. Acesso em: 8 maio 2023.
- ARTHUR, W. B. *Increasing returns and path dependence in the economy*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1994.
- BALASSA, B. Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage. *The Manchester School*, v. 33, n. 2, p. 99-123, 1965. DOI: 10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x.
- BARROS, J. R. M.; GOLDENSTEIN, L. Avaliação do processo de reestruturação industrial brasileiro. *Revista de Economia Política*, v. 17, n. 2, p. 172-194, abr./jun. 1997. DOI: 10.1590/0101-31571997-1034.
- BLAIR, P.; MILLER, R. *Input-output analysis: Foundations and extensions*. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- BRAGATTI, M. C.; MENEZES, R. G. Dragon in the “backyard”: China’s investment and trade in Latin America in the context of crisis. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 40, n. 3, p. 446-461, jul./set. 2020. DOI: 10.1590/0101-31572020-2963. Acesso em: 1 set. 2023.
- BRITTO, G. *et al.* La gran brecha: Complejidad económica y trayectorias de desarrollo del Brasil y la República de Corea. *Revista CEPAL*, n. 127, p. 217-242, 2019. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/node/49025>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- CAMARGO, J.; FREITAS, E.; GALA, P. The Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) was right: scale-free complex networks and core-periphery patterns in world trade. *Cambridge Journal of Economics*, v. 42, n. 3, p. 633-651, 2017. Disponível em: <https://academic.oup.com/cje/article-abstract/42/3/633/4107563?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 8 maio 2022.
- CANO, W. A desindustrialização no Brasil. *Economia e Sociedade*, v. 21, n. 4 (especial), p. 831-851, 2012. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8642273/9748>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- CARVALHO, L. B. *Diversificação ou especialização: Uma análise do processo de mudança estrutural da indústria brasileira nas últimas décadas*. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento

- Econômico e Social, 2010. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3663/2/Premio%20BNDES_31_Diversifica%c3%a7%c3%a3o%20ou%20Especializa%c3%a7%c3%a3o_P.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022.
- CASTRO, A. B. *Brazil's second catch-up: Characteristics and constraints*. *Cepal Review*, n. 80, p. 71-80, 2003. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/items/9bc11f13-1f34-4f44-9f9c-28bd982de15b>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- CIMOLI, M.; DOSI, G. Technological paradigms, patterns of learning and development: An introductory roadmap. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 5, p. 243-268, 1995. DOI: 10.1007/BF01198306. Acesso em: 31 ago. 2023.
- CONTINI, E.; NUNES, E. P. *Complexo agroindustrial brasileiro: Caracterização e dimensionamento*. Brasília: ABAG, 2001.
- COUTINHO, L.; HIRATUKA, C.; SABBATINI, R. O desafio da construção de uma inserção externa dinamizadora. In: CASTRO, A. C. et al. (Orgs.). *Brasil em desenvolvimento: Economia, tecnologia e competitividade*, v. 1. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005. p. 271-314.
- DWECK, E.; FREITAS, F.; KUPFER, D. Some indicators of structural dynamics of the Brazilian economy between 1985 and 2004. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA CELSO FURTADO: Diálogos desenvolvimentistas, 13., 2008, Niterói. *Sessões Ordinárias* [...]. Niterói, 2008. Disponível em: <https://www.ie.ufrj.br/images/IE/grupos/GIC/CORPO%20DOCENTE/DAVID%20SERGIO%20KUPFER/Semin%C3%A1rios/2008/Some%20Indicators%20of%20the%20Structural%20Dynamics%20of%20the%20Brazilian%20Economy%20Between%201985%20and%202004.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2023.
- FEIJÓ, C. A. et al. *Contabilidade social: A nova referência das contas nacionais do Brasil*. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2008.
- FIGUEIREDO, H. L.; OLIVEIRA, M. A. S. Análise de decomposição estrutural para a economia brasileira entre 1995 e 2009. *Revista de Economia*, v. 41, n. 2 (ano 39), p. 31-56, mai./ago. 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/economia/article/download/44244/32208>. Acesso em: 20 maio 2022.
- FRANCO, G. H. B. A inserção externa e o desenvolvimento. *Revista de Economia Política*, v. 18, n. 3, p. 121-147, jul./set. 1998. Disponível em: <https://centrodeeeconomia.politica.org/repojs/index.php/journal/article/view/2240>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- FREITAS, E.; QUEIROZ, A. R.; ROMERO, J. P. Complejidad económica y empleo en los estados del Brasil. *Revista CEPAL*, n. 139, p. 185-205, 2023. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48802-complejidad-economica-empleo-estados-brasil>. Acesso em: 20 maio 2023.
- FREITAS, F.; KUPFER, D.; YOUNG, C. E. F. *Decomposição estrutural da variação do produto e do emprego entre 1990 e 2001: Uma análise a partir das matrizes insumo-produto*. (Relatório de pesquisa) – Divisão de Indústria, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL); Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro: IE-UFRJ, 2004. Disponível em: https://www.excedente.org/wpcontent/uploads/2014/11/Kupfer_Freitas_Young_2004_decomposicao_estrutural_da_variacao_do_produto_e_do_emprego.pdf. Acesso em: 4 set. 2023.
- FURTADO, J.; PEREIRA, W.; PORCILE, G. Competitividade internacional e tecnologia: uma análise da estrutura das exportações brasileiras. *Economia e Sociedade*, v. 20, n. 3, p. 501-531, 2011.

- GALA, P. *Complexidade econômica: Uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações*. Rio de Janeiro: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento: Contraponto, 2017.
- GALA, P. *et al.* Sophisticated jobs matter for economic complexity: An empirical analysis based on input-output matrices and employment data. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 45, p. 1-8, 2018. DOI: 10.1016/j.strueco.2017.11.005.
- GUILHOTO, J. J. M.; MORCEIRO, P. C. Sectoral deindustrialization and long-run stagnation of Brazilian manufacturing. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 43, n. 2, p. 418-441, abr./jun. 2023. DOI: 10.1590/0101-31572023-3340.
- GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: Aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. *Economia & Tecnologia*, ano 6, v. 23, out./dez. 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/Metodologia-guilhoto-sesso-EA-2010.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- HAUSMANN, R. *et al.* *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*. Boston: MIT Press, 2013. Disponível em: https://growthlab.hks.harvard.edu/files/growthlab/files/atlas_2013_part1.pdf. Acesso em: 31 ago. 2023.
- HAUSMANN, R.; HIDALGO, C. A. The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, n. 26, p. 10570-10575, 2009. DOI: 10.1073/pnas.0900943106.
- HAUSMANN, R.; HIDALGO, C. A. The network structure of economic output. *Journal of Economic Growth*, v. 16, p. 309-342, 2011. DOI: 10.1007/s10887-011-9071-4.
- HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. What you export matters. *Journal of Economic Growth*, v. 12, n. 1, p. 1-25, 2007. DOI: 10.1007/s10887-006-9009-4.
- HAUSMANN, R.; KLINGER, B. Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. *CID Working Paper*, n. 128, 2006. Disponível em: <https://growthlab.hks.harvard.edu/sites/projects/iq.harvard.edu/files/growthlab/files/128.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- HAUSMANN, R.; KLINGER, B. The structure of the product space and the evolution of comparative advantage. *CID Working Paper*, n. 146, 2007. Disponível em: <https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/centers/cid/files/publications/faculty-working-papers/146.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- HIDALGO, C. A. Economic complexity theory and applications. *Nature Reviews Physics*, v. 3, n. 2, p. 92-113, 2021. DOI: 10.1038/s42254-020-00275-1.
- HIDALGO, C. A. *et al.* The product space conditions the development of nations. *Science*, v. 317, n. 5837, p. 482-487, 2007. DOI: 10.1126/science.1144581.
- HIRATUKA, C. *et al.* Relações comerciais entre América Latina e China: caracterização da evolução recente. In: BITTENCOURT, G. (Coord.) *El impacto de China en América Latina: comercio e inversiones*. Montevideo: Red Mercosur, 2012. p. 81-131. (Serie Red Mercosur, n. 20). Disponível em: <https://dusselpeters.com/54.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Matriz de insumo-produto: Brasil 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. (Contas Nacionais, n. 51). Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98180.pdf>. Acesso em: 5 maio 2021.

- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Matriz de insumo-produto: Brasil 2015*. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. (Contas Nacionais, n. 62). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101604.pdf>. Acesso em: 5 maio 2021.
- IMF – INTERNATIONAL MONETARY FUND. *World Economic Outlook Database: October 2019*. Washington, USA: IMF, 2021. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2019/October>. Acesso em: 8 mar. 2021.
- KUPFER, D. *Trajetórias de reestruturação da indústria brasileira após a abertura e a estabilização*. 1998. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <https://www.ie.ufrj.br/images/IE/grupos/GIC/CORPO%20DOCENTE/DAVID%20SERGIO%20KUPFER/Teses%20e%20Disserta%C3%A7%C3%B5es/1998/Kupfer,%20D.%201998.%20TRAJET%C3%93RIAS%20DE%20REESTRUTURA%C3%87%C3%83O%20DA%20IND%C3%9ASTRIA%20BRASILEIRA.pdf>. Acesso em: 4 set. 2023.
- KURESKI, R. *Avaliação de impactos da indústria de base florestal sobre a ocupação e renda do Paraná (1998): Uma aplicação da matriz de contabilidade social*. 2003. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- MACHADO, F. A. *Avaliação da implementação das políticas industriais do século XXI (PITCE, PDP e PBM) por meio da atuação do BNDES sob a ótica da complexidade*. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.mestradoprofissional.gov.br/sites/images/mestrado/turma3/felipe-agusto-machado.pdf>. Acesso em: 4 set. 2023.
- MARQUES, D. M. F. *Matriz de insumo e produto: Uma aplicação para a economia goiana*. Goiânia: IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos, 2017. Disponível em: <https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/estudos/2017/matriz-de-Insumo-e-produto-uma-aplicacao-para-economia-goiana.pdf>. Acesso em: 24 maio 2021.
- NASSIF, A. Há evidências de desindustrialização no Brasil? *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 28, n. 1, p. 72-96, jan./mar. 2008. DOI: 10.1590/S0101-31572008000100004.
- NURKSE, R. Alguns aspectos internacionais do desenvolvimento econômico. In: AGARWALA, A. N.; SINGH, S. P. (Orgs.) *A economia do subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento: Contraponto, 2010. p. 277-291.
- OECD – OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY. *Product Rankings*. 2023. Cambridge, USA: Datawheel, [2023]. Disponível em: <https://oec.world/en/rankings/pci/hs4/hs92>. Acesso em: 11 abr. 2023.
- PASINETTI, L. L. *Lectures on the theory of production*. New York: Columbia University Press, 1977.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984. DOI: 10.1016/0048-7333(84)90018-0.
- PÉREZ, C. Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. In: SEMINÁRIO SOBRE LA TEORÍA DEL DESARROLLO EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI: Evento Conmemorativo del Centenario del Nacimiento de don Raúl Prebisch, 1., 2001, Santiago.

Documentos de proyectos, estudios e investigaciones. Santiago: CEPAL, 2001. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11362/34861>. Acesso em: 1 set. 2023.

- ROCHA, C. F. Recursos naturais e estratégia de desenvolvimento no Brasil. In: BARBOSA, N. et al. (Orgs.). *Indústria e desenvolvimento produtivo no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier: FGV, 2015. p. 617-643.
- ROMERO, J. P.; SILVEIRA, F. Mudança estrutural e complexidade econômica: identificando setores promissores para o desenvolvimento dos estados brasileiros. In: LEITE, M. V. C. (Org.). *Alternativas para o desenvolvimento brasileiro: Novos horizontes para a mudança estrutural com igualdade*. 201 ed. Brasília: CEPAL; Santiago: Nações Unidas, 2019. p. 137-160. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44616>. Acesso em: 14 jul. 2023.
- SINGER, H. A mecânica do desenvolvimento econômico. In: AGARWALA, A. N.; SINGH, S. P. (Orgs.) *A economia do subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento: Contraponto, 2010. p. 395-412.
- SOUSA, R. A. *A Teoria da Complexidade reencontra o desenvolvimento econômico: Uma análise de insumo-produto*. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32157>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- TEIXEIRA, F. O.; DATHEIN, R.; MISSIO, F. J. Economic complexity, structural transformation and economic growth in a regional context: Evidence for Brazil. *PSL Quarterly Review*, v. 75, n. 300, 2022. DOI: 10.13133/2037-3643/17505.
- UNITED NATIONS. *Classifications on economic statistics – correspondence tables*. 2023. Statistic division, New York. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ>. Acesso em 27 abr. 2023.

APÊNDICE

A MIP que segue traz os resultados completos da MIP de 2010 e 2015 para CNAE 2.0, nível 67, apresentando os cálculos para *Forward Linkages* (FL), *Backward Linkages* (BL) e índices de ligação Hirschman-Rasmussen (HR), bem como o índice de Complexidade Setorial (ICS). A coluna comportamento, conforme a Tabela 2 da seção 3, apresenta a seguinte divisão: Setores-chave (SC), Setores independentes (SI), Setores dependentes da demanda interindústria (SDDI) e Setores dependentes da oferta interindústria (SDOI). Os resultados não disponíveis para ICS estão como #N/D.

APÊNDICE A – Matriz Insumo-Produto (IBGE, 2016, 2018 – CNAE 2.0)

Ano		2010					2015				
Indicadores	Comportamento	ICS	Jusante		Montante		ICS	Jusante		Montante	
			FL	SD	BL	PD		FL	SD	BL	PD
Atividades											
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	SDDI	-1.57	3.31	1.83	1.67	0.92	-1.02	3.43	1.89	1.72	0.95
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	SI	-0.59	1.67	0.92	1.77	0.98	-0.70	1.64	0.90	1.80	0.99
Produção florestal; pesca e aquicultura	SI	-1.93	1.43	0.79	1.37	0.76	-2.29	1.34	0.74	1.36	0.75
Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	SDOI	-0.24	1.29	0.71	1.87	1.03	-0.41	1.23	0.68	1.83	1.01
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	SDDI	-2.70	2.55	1.41	1.59	0.88	-2.88	2.56	1.41	1.71	0.94
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	SI	-1.65	1.27	0.70	1.50	0.83	-1.82	1.15	0.64	1.79	0.99
Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	SDOI	-2.23	1.28	0.70	1.97	1.09	-1.95	1.20	0.66	2.05	1.13
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	SDOI	-0.64	1.42	0.78	2.52	1.39	-0.47	1.44	0.80	2.51	1.39
Fabricação e refino de açúcar	SDOI	-2.13	1.29	0.71	2.29	1.26	-1.44	1.24	0.69	2.41	1.33
Outros produtos alimentares	SDOI	-0.93	1.75	0.97	2.39	1.32	-0.76	1.80	0.99	2.36	1.30
Fabricação de bebidas	SDOI	-0.54	1.35	0.74	2.18	1.20	-0.51	1.34	0.74	2.22	1.23

(Cont.)

Ano	Comportamento	2010				2015					
		ICCS	Jusante		Montante		ICCS	Jusante		Montante	
			FL	SD	BL	PD		FL	SD	BL	PD
Fabricação de produtos do fumo	SDOI	-2.07	1.11	0.61	2.21	1.22	-1.82	1.05	0.58	2.18	1.20
Fabricação de produtos têxteis	SDOI	-0.53	1.76	0.97	2.10	1.16	-0.27	1.73	0.96	2.02	1.12
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	SDOI	-1.64	1.15	0.63	1.82	1.00	-1.71	1.13	0.63	1.86	1.03
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	SDOI	-0.89	1.19	0.66	2.10	1.16	-0.93	1.17	0.65	2.10	1.16
Fabricação de produtos da madeira	SDOI	-1.18	1.38	0.76	1.91	1.05	-0.91	1.33	0.73	1.96	1.08
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	SC	-0.06	2.07	1.14	2.14	1.18	0.07	1.82	1.00	2.03	1.12
Impressão e reprodução de gravações	SDOI	0.45	1.46	0.80	1.88	1.04	0.64	1.34	0.74	1.83	1.01
Refino de petróleo e coquerias	SC	-0.43	4.58	2.52	2.32	1.28	-0.20	5.02	2.77	2.48	1.37
Fabricação de biocombustíveis	SDOI	-0.08	1.22	0.67	2.34	1.29	0.00	1.31	0.72	2.38	1.31
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	SC	0.20	3.20	1.76	2.09	1.15	0.22	3.30	1.82	2.01	1.11
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	SC	0.20	2.03	1.12	2.11	1.16	0.17	2.03	1.12	2.00	1.10
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/ perfumaria e higiene pessoal	SDOI	-0.22	1.16	0.64	2.14	1.18	-0.11	1.16	0.64	2.19	1.21
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	SI	0.75	1.15	0.63	1.69	0.93	0.61	1.13	0.62	1.77	0.97
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	SC	0.24	2.16	1.19	2.06	1.14	0.14	2.17	1.20	2.02	1.12
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	SDOI	-0.17	1.58	0.87	2.05	1.13	-0.27	1.54	0.85	2.11	1.17

(Cont.)

Ano	Comportamento	2010				2015					
		ICCS	Jusante		Montante		ICCS	Jusante		Montante	
			FL	SD	BL	PD		FL	SD	BL	PD
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	SC	-0.01	2.42	1.33	2.19	1.21	0.19	1.92	1.06	2.15	1.19
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	SDOI	-0.96	1.65	0.91	2.24	1.23	-1.20	1.63	0.90	2.13	1.17
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	SC	0.35	1.97	1.09	2.01	1.11	0.45	1.86	1.03	1.97	1.09
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	SI	0.57	1.28	0.70	1.68	0.93	0.79	1.25	0.69	1.68	0.93
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	SDOI	0.26	1.47	0.81	2.12	1.17	0.35	1.44	0.79	2.07	1.14
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	SDOI	0.60	1.69	0.93	1.97	1.08	0.51	1.54	0.85	1.88	1.03
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	SDOI	0.52	1.08	0.59	2.21	1.22	0.65	1.08	0.60	2.18	1.20
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	SDOI	0.81	1.68	0.92	2.15	1.19	0.86	1.52	0.84	2.08	1.15
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	SDOI	0.41	1.20	0.66	1.93	1.06	0.64	1.21	0.67	1.92	1.06
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	SDOI	-0.20	1.21	0.67	1.83	1.01	-0.23	1.17	0.65	1.82	1.00
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	SDDI	#N/D	2.08	1.15	1.78	0.98	#N/D	2.00	1.11	1.75	0.97
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	SC	-0.50	3.47	1.91	1.85	1.02	-1.11	3.66	2.02	2.09	1.15
Água, esgoto e gestão de resíduos	SI	#N/D	1.42	0.78	1.66	0.92	#N/D	1.42	0.78	1.58	0.87

(Cont.)

Ano	Comportamento	2010						2015			
		ICS	Jusante		Montante		ICS	Jusante		Montante	
			FL	SD	BL	PD		FL	SD	BL	PD
Atividades											
Construção	SDOI	#N/D	1.72	0.95	1.83	1.01	#N/D	1.65	0.91	1.80	0.99
Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores	SDDI	#N/D	6.33	3.49	1.52	0.84	#N/D	6.96	3.84	1.54	0.85
Transporte terrestre	SC	#N/D	4.08	2.25	1.98	1.09	#N/D	4.25	2.35	1.99	1.10
Transporte aquaviário	SI	#N/D	1.17	0.64	1.76	0.97	#N/D	1.24	0.68	1.72	0.95
Transporte aéreo	SI	#N/D	1.28	0.71	1.69	0.93	#N/D	1.26	0.70	1.86	1.03
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	SDDI	-1.62	2.12	1.17	1.60	0.88	-1.05	2.27	1.25	1.59	0.88
Alojamento	SI	#N/D	1.13	0.62	1.67	0.92	#N/D	1.13	0.62	1.70	0.94
Alimentação	SDOI	#N/D	1.27	0.70	1.81	1.00	#N/D	1.29	0.71	1.83	1.01
Edição e edição integrada à impressão	SI	0.34	1.20	0.66	1.73	0.95	0.23	1.11	0.61	1.73	0.96
Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	SDDI	0.15	2.01	1.11	1.76	0.97	#N/D	2.00	1.10	1.72	0.95
Telecomunicações	SC	#N/D	2.19	1.21	1.83	1.01	#N/D	1.82	1.00	1.81	1.00
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	SI	#N/D	1.60	0.88	1.40	0.77	#N/D	1.67	0.92	1.38	0.76
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	SDDI	#N/D	3.91	2.16	1.52	0.84	#N/D	3.91	2.16	1.49	0.82
Atividades imobiliárias	SI	#N/D	1.77	0.98	1.09	0.60	#N/D	1.81	1.00	1.11	0.61
Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	SDDI	#N/D	3.21	1.77	1.42	0.78	#N/D	3.32	1.83	1.42	0.79
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	SI	#N/D	1.63	0.90	1.45	0.80	#N/D	1.65	0.91	1.44	0.79
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	SC	02.06	2.12	1.17	2.06	1.13	1.99	2.17	1.20	1.99	1.10

(Cont.)

Ano		2010						2015			
Indicadores	Comportamento	ICS	Jusante		Montante		ICS	Jusante		Montante	
			FL	SD	BL	PD		FL	SD	BL	PD
Aluguéis não- imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	SI	#N/D	1.46	0.80	1.45	0.80	#N/D	1.58	0.87	1.42	0.78
Outras atividades administrativas e serviços complementares	SDDI	#N/D	2.52	1.39	1.43	0.79	#N/D	2.54	1.40	1.39	0.77
Atividades de vigilância, segurança e investigação	SI	#N/D	1.34	0.74	1.24	0.68	#N/D	1.39	0.77	1.22	0.67
Administração pública, defesa e seguridade social	SI	#N/D	1.31	0.72	1.42	0.79	#N/D	1.32	0.73	1.41	0.78
Educação pública	SI	#N/D	1.03	0.57	1.31	0.72	#N/D	1.03	0.57	1.24	0.69
Educação privada	SI	#N/D	1.14	0.63	1.49	0.82	#N/D	1.15	0.64	1.39	0.77
Saúde pública	SI	#N/D	1.00	0.55	1.51	0.84	#N/D	1.00	0.55	1.46	0.81
Saúde privada	SI	#N/D	1.12	0.62	1.60	0.88	#N/D	1.11	0.61	1.53	0.84
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	SI	0.24	1.18	0.65	1.53	0.84	0.32	1.18	0.65	1.59	0.88
Organizações associativas e outros serviços pessoais	SI	#N/D	1.27	0.70	1.70	0.94	#N/D	1.27	0.70	1.66	0.92
Serviços domésticos	SI	#N/D	1.00	0.55	1.00	0.55	#N/D	1.00	0.55	1.00	0.55

Fonte: Elaboração nossa a partir de dados do IBGE.