ANÁLISE EMPÍRICA DA SOFISTICAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO NO BRASIL[1,2]

Luana Vanessa Brutscher Wiege[3]
Gilberto Joaquim Fraga[4]

A presente pesquisa procura analisar os determinantes da sofisticação das exportações da indústria de transformação brasileira. Para análise foram construídos os indicadores do nível de sofisticação a partir das exportações bilaterais do Brasil para os quatro principais destinos da produção nacional (Estados Unidos da América, União Europeia, Argentina e China). Utilizou-se o modelo de dados em painel multinível e uma amostra de dados referente à última década (2010 a 2019). Os principais resultados da pesquisa indicam que o capital humano, o tamanho dos subsetores e concentração podem ser considerados determinantes da sofisticação das exportações brasileiras.

Palavras-chave: sofisticação das exportações; indústria de transformação; modelo multinível.

EMPIRICAL ANALYSIS OF THE SOPHISTICATION OF EXPORTS OF THE BRAZILIAN MANUFACTURING INDUSTRY

This study aims to analyze the determinants of sophistication of exports from the Brazilian manufacturing industry. We constructed trade indicators of sophistication from Brazil's bilateral exports to the four main destinations of national production (United States, European Union, Argentina, and China). The dataset is organized in a panel and uses the multilevel model to estimate the purposed relationship, the sample of data covering the last decade (2010-2019). The main results highlight that human capital, the size of the subsectors, and the concentration can be considered determinants of the sophistication of Brazilian exports.

Keywords: sophistication of exports; transformation industry; multilevel model.

ANÁLISIS EMPÍRICO DE LA SOFISTICACIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN BRASIL

Esta investigación busca analizar los determinantes de la sofisticación de las exportaciones de la industria manufacturera brasileña. Para el análisis se construyeron indicadores del nivel de sofisticación con base en las exportaciones bilaterales de Brasil a los cuatro principales destinos de la producción nacional (Estados Unidos, Unión Europea, Argentina y China). Se utilizó el modelo de datos de panel multinivel y una muestra de datos que abarca el período entre 2010 y 2019. Los principales

1. DOI: https://dx.doi.org/10.38116/ppp73art5.

2. Os autores agradecem aos pareceristas pelos comentários e sugestões. Quaisquer erros remanescentes são de responsabilidade dos autores. Adicionalmente, agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro à pesquisa (APQ: 422832/2021-9).

3. Mestre em economia. *E-mail*: luanabrutscher@gmail.com. Lattes: http://lattes.cnpq.br/4052212448514037. Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5324-0938.

4. Professor associado do Departamento de Economia da Universidade Estadual de Maringá (UEM). *E-mail*: gjfraga@uem.br. Lattes: http://lattes.cnpq.br/3594777901946861. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6320-3847.

resultados de la investigación indican que el capital humano, el tamaño de los subsectores y la concentración pueden considerarse determinantes de la sofisticación de las exportaciones brasileñas.

Palabras clave: sofisticación exportadora; industria manufacturera; modelo multinivel.

JEL: F10; F14.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos da área de comércio internacional, em parte, são resultados das agendas de pesquisa para análise da composição das exportações. Contemporaneamente, esse foco se deve ao estudo de Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), que apresentam um modelo teórico onde o que se exporta interessa para o desenvolvimento econômico. Desde então, pesquisas buscam investigar a relação entre a sofisticação das exportações e o desenvolvimento econômico (Jarreau e Poncet, 2012), portanto, indo além da tradicional noção estabelecida de que exportações trazem ganhos para a economia nacional (Brambilla, Chauvin e Porto, 2015). No contexto brasileiro, mesmo diante do *boom* das *commodities* a partir dos anos 2000, a indústria brasileira de transformação se mantém como responsável por parte significativa das exportações. Em 2019, por exemplo, esse setor exportou 57,1%[5] do total e, em 2021, mesmo com a ruptura nas cadeias de produção devido à crise pandêmica, registrou participação de 51,3% no total.

Conforme Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) e Weldemicael (2012), exportações estáveis e diversificadas estão relacionadas a um rápido crescimento econômico, portanto, conhecer a natureza dessas exportações é fundamental para esse processo. Dessa forma, identificar a renda média associada à cesta de exportação de um país e a produtividade associada aos seus produtos é de grande valia para que os empresários tomem as decisões sobre a destinação de seus recursos. Uma das formas de identificação dessa produtividade associada é através da construção do índice de sofisticação das exportações.

Assim, além de conhecer a dinâmica da pauta de exportações de um país, conhecer o grau de sofisticação da sua pauta de comércio internacional é relevante para a formulação de políticas econômicas voltadas para o setor externo. Como destacado por Baliamoune-Lutz (2019), focar os recursos produtivos na produção de bens e/ou serviços sofisticados criará uma força motriz para o desenvolvimento de um país.

A sofisticação das exportações é uma medida que reflete a produtividade geral de uma nação, e vem sendo apontada como uma das ferramentas mais importantes para se gerar uma transformação econômica, como destacado por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007, p. 2), "os países são o que produzem". Segundo Xu (2010),

5. A partir dos dados da ComexStat. Para mais informações, ver: http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home.

a sofisticação de um país está diretamente relacionada aos níveis de tecnologia e capital contidos nos produtos exportados. Embora ela não signifique necessariamente alta qualidade, vem sendo associada a uma maior produtividade, maiores salários e rendas e melhorias no bem-estar, passando a ser foco da abordagem de estudos no século XXI, principalmente analisando economias emergentes e em desenvolvimento (Hausmann, Hwang e Rodrik, 2007; Schott, 2008; Xu, 2010; Nguyen, 2016; Kočenda e Poghosyan, 2018; Baliamoune-Lutz, 2019).

Considerando a lacuna existente na literatura específica sobre o tema e envolvendo o caso brasileiro, o objetivo deste artigo consiste em analisar os determinantes da sofisticação das exportações da indústria de transformação brasileira durante o período de 2010 a 2019. Para isso, utilizou-se uma extensão do modelo de Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) e construiu-se os índices de sofisticação a partir dos dados relativos às exportações brasileiras desagregados (CNAE quatro dígitos).

Para análise dos determinantes, utilizou-se o procedimento econométrico de análise multinível. Esse método apresenta a vantagem de permitir a análise dos determinantes da sofisticação em níveis distintos e de forma simultânea, possibilitando a análise da relação entre as variáveis de nível individual (setor) e de nível agregado (contexto). Embora esse tipo de modelo necessite de uma amostra maior, reduz as perdas de informações que seriam incorridas com o uso de modelos de agregação e desagregação, reduzindo ainda o número de proposições a serem testadas (Hox, Moerbeek e Van de Schoot, 2010).

A presente pesquisa se concentra nos quatro principais destinos das exportações da indústria de transformação brasileira, que são: Estados Unidos da América (19,16%), União Europeia (15,42%), China (9,88%) e Argentina (7,19%), destinos que corresponderam a mais de 50% das exportações da indústria de transformação brasileira no ano de 2019. O período de tempo (2010 a 2019) é dividido em cortes quadrienais (com exceção do último corte, que englobou um período de cinco anos).

Este artigo contribui com a literatura existente fornecendo uma análise aprofundada, com novas evidências, do nível de sofisticação das exportações da indústria de transformação brasileira e seus determinantes, por meio de uma análise multinível. Outra novidade surge ao incluir, além das características dos subsetores, as variáveis do contexto em que essas exportações ocorrem, como investimento estrangeiro, renda (PIB) e mercado (tamanho da população) dos países de destino ponderados setorialmente. Ademais, contribui ao gerar informações para os formuladores de políticas, fornecendo *insights* acerca dos fatores que ampliam a sofisticação dos produtos exportados como, por exemplo, capital humano (escolaridade).

Além desta introdução, o presente artigo está dividido em quatro seções. Na seção 2 é apresentada uma discussão teórica e empírica acerca da temática

explorada. Na seção 3 discorre-se sobre a metodologia do trabalho, detalhando os indicadores considerados na pesquisa, os procedimentos para a obtenção dos dados e o método econométrico adotado. Na seção 4 são evidenciados os resultados e discussões acerca dos determinantes da sofisticação das exportações brasileiras. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

2 MODELO TEÓRICO DE HAUSMANN, HWANG E RODRIK

Nesta seção, apresenta-se a construção teórica acerca da sofisticação das exportações que servirá de base para a análise empírica. Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) elaboram uma estrutura teórica que fundamenta o índice de sofisticação proposto por eles e que se tornou amplamente difundido pela literatura. Os autores enfatizam que, embora a vantagem comparativa impacte na determinação da estrutura produtiva de uma economia, ela não é o determinante exclusivo, visto que a descoberta da estrutura de custos dessa economia contribui significativamente nessa determinação.

O modelo teórico que embasou a construção do índice de sofisticação partiu de um equilíbrio geral com dois setores – um tradicional e especializado, e outro moderno e diversificado –, nos quais o único fator de produção considerado é o capital humano e os produtores são tomadores do preço, que é mundial. Os bens produzidos no setor moderno possuem um nível de produtividade θ, variando entre zero e h, que representa o índice de habilidade do capital humano. Dessa forma, países com h maior serão mais capazes de produzir bens de alta produtividade, considerado pelos autores como sofisticados.

No momento da tomada de decisões, os produtores não possuem as informações acerca da produtividade associada aos bens produzidos pelo setor moderno, visto que este fato só é descoberto após a efetivação do investimento – depois disso, as informações sobre a produtividade se tornam de conhecimento público e embasam a tomada de decisões dos demais possíveis produtores. Como os investidores devem decidir pela produção de apenas um bem, comparam a produtividade do bem em que investem atualmente com a do novo bem, representada por α (que corresponde a uma parcela da produtividade do primeiro investidor, que varia entre zero e um), e optam por destinar seus recursos ao que se apresentar mais produtivo e com uma maior capacidade de prospecção de lucros. Os investidores esperam que esses lucros sejam semelhantes ao dos outros investidores e dependem da expectativa de produtividade máxima [$E(\theta^{max})$], que é representada por meio de uma função envolvendo o nível de capital humano (h) e o número de investidores no setor moderno (m):

$$E(\theta^{max}) = \frac{hm}{m+1} \quad (1)$$

Quando *m* é igual a um, a expectativa do nível de produtividade máxima estará localizada no ponto médio da produtividade possível (*h*/2), aproximando-se mais do valor de *h* na medida em que aumenta o número de investidores. E, segundo Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), ao se considerar que a produtividade é distribuída de forma uniforme, a probabilidade de os investidores não migrarem de setor é:

$$prob(\theta_i \geq \alpha\theta^{max}) = 1 - \frac{\alpha E(\theta^{max})}{h} = 1 - \frac{\alpha m}{m+1} \tag{2}$$

e o lucro esperado por eles será representado por:

$$E(\pi|\theta_i \geq \alpha\theta^{max}) = \frac{1}{2}p[h + \alpha E(\theta^{max})] = \frac{1}{2}ph\left[1 + \frac{\alpha m}{m+1}\right] \tag{3}$$

Como $\frac{1}{2}[h+\propto \theta^{max}]$ corresponde à produtividade esperada do projeto, as funções de probabilidade e de lucro esperado para o caso de mudança na alocação do investimento podem ser representadas por:

$$prob(\theta_i < \alpha\theta^{max}) = \frac{\alpha E(\theta^{max})}{h} = \frac{\alpha m}{m+1}, \tag{4}$$

$$E(\pi|\theta_i <\propto \theta^{max}) = p\alpha E(\theta^{max}) = ph\left(\frac{\alpha m}{m+1},\right) \tag{5}$$

Ao juntar as equações de lucro esperado, os autores encontram a equação (6), correspondente ao produto entre o preço e a produtividade esperada, equação (7).

$$E(\pi) = ph\left[\left(1 - \frac{\propto m}{m+1}\right)\frac{1}{2}\left(1 + \frac{\propto m}{m+1}\right) + \left(\frac{\alpha m}{m+1}\right)^2\right] = \frac{1}{2}ph\left[1 + \left(\frac{\alpha m}{m+1}\right)^2\right] \tag{6}$$

A produtividade do setor moderno será representada por:

$$E(\theta) = \bar{\theta} = \frac{1}{2}h\left[1 + \left(\frac{\alpha m}{m+1}\right)^2\right] \tag{7}$$

Pode-se visualizar, assim, que a produtividade esperada no setor moderno é resultante do nível de habilidades (*h*) e do número de investidores (*m*) que participarão desse processo de descoberta de custos, o que também irá definir a lucratividade associada ao setor. Caso α seja igual a zero, a produtividade e o lucro esperado não dependerão do número de investidores. Dessa forma, os autores demonstram a sua proposição inicial de que no setor moderno há retornos crescentes de escala e que estes ocorrem devido à descoberta de custos e não do nível tecnológico dessa economia.

A partir desse modelo, Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) demonstram a importância da descoberta de custos para a decisão de alocação de recursos por parte dos investidores e constroem o arcabouço teórico do índice de sofisticação elaborado e testado por eles. Como sequência "natural", torna-se relevante conhecer os estudos

empíricos que embasam as discussões de estudos empíricos sobre sofisticação e seus determinantes, realizadas nesta pesquisa.

2.1 Literatura empírica

A sofisticação das exportações é um tópico mais utilizado em pesquisas aplicadas, ou seja, voltadas à análise de dados e fatos. Nesse sentido, segundo Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), a sofisticação das exportações reflete o nível de produtividade associado à cesta de exportações do país analisado e, assim sendo, provém da combinação de dotação de fatores de um país que culmina na produção de bens de alta qualidade e alta produtividade, considerados sofisticados.

O tema vem sendo foco da abordagem de uma série de estudos nas últimas décadas, principalmente abordando economias emergentes e em desenvolvimento. Dentre esses estudos pode-se citar Lall, Weiss e Zhang (2006); Hausmann, Hwang e Rodrik (2007); Schott (2008); Wang e Wei (2008); Xu e Lu (2009); Xu (2010); Weldemicael (2012); Brady, Doyle e Noonan (2013); Baraúna e Hidalgo (2016); Nguyen (2016); Kočenda e Poghosyan (2018); Baliamoune-Lutz (2019); e Su *et al*. (2020).

Lall, Weiss e Zhang (2006) buscam, em seu trabalho, propor uma forma de classificar os produtos comercializados, o que não requer dados setoriais detalhados, mas infere as características do produto a partir das características do exportador. Para isso, consideraram uma amostra de 97 países, para os anos de 1990 e 2000, que foram divididos em dez grupos de renda. O índice de sofisticação foi calculado para cada produto por meio da média ponderada (participações de cada país nas exportações mundiais) das receitas do exportador. Entre os achados da pesquisa, destaca-se que as exportações de produtos com menor escala de sofisticação crescem de forma lenta e que a sofisticação não possui uma relação forte com as taxas de crescimento das exportações, e se correlaciona mal com a tecnologia, em parte devido à fragmentação da produção.

Buscando compreender a determinação da estrutura produtiva de uma economia, Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) elaboram um índice de sofisticação das exportações nomeado *Expy*, que mede a qualidade da cesta de exportações dos países. Dentre os resultados encontrados na análise, os autores destacam que países que optam por uma cesta de bens de exportação com produtos de alta qualidade tendem a um melhor desempenho, onde as exportações de bens com maior produtividade levam a um maior crescimento. Dessa forma, países pobres que consigam estimular empreendedorismo e exportar produtos semelhantes aos exportados por países ricos podem obter ganhos maiores e alcançar um crescimento econômico maior.

Schott (2008) buscou medir a sofisticação relativa das exportações chinesas para os Estados Unidos, no período entre 1972 e 2005, por meio de uma comparação entre as exportações de produtos manufaturados da China e de países membros da OCDE para os Estados Unidos, assim como os diferentes preços pagos aos exportadores pelos produtos, utilizando o índice de similaridade de exportação (ESI). Os resultados encontrados demonstraram que a China não competia diretamente com os países membros da OCDE e que os consumidores estadunidenses pagam preços maiores pelos produtos exportados pelos membros da OCDE, o que indica que as empresas de países desenvolvidos podem ter abandonado a produção de bens menos sofisticados e investido em melhoria na qualidade. O índice utilizado por Schott é oriundo do trabalho de Finger e Kreinin (1979), que analisaram as exportações de uma série de países (e grupos) para os Estados Unidos, Japão, antiga Comunidade Econômica Europeia (CEE) e o resto da Europa Ocidental industrial.

Nessa mesma linha, Wang e Wei (2008) investigam os fatores que contribuem para a crescente sofisticação das exportações da China, optando por uma análise desagregada das cidades chinesas, no período de 1995 a 2005. Para isso, tomaram como variáveis dependentes o índice de dissimilaridade e o valor unitário das exportações locais. Dentre os principais resultados encontrados, os autores destacaram que a melhoria do capital humano e a implementação de zonas de alta tecnologia com incentivos fiscais pelo governo foram fundamentais para ampliar a sofisticação das exportações chinesas, enquanto as empresas de comércio de processamento e as empresas de investimento estrangeiro demonstraram-se significantes para melhorias no valor unitário das exportações das cidades.

Ainda analisando a sofisticação das exportações chinesas, Xu e Lu (2009) buscam, a partir de um modelo de regressão de nível e outro de diferenças, examinar as variações no nível de sofisticação de exportação entre as indústrias manufatureiras da China para o período de 2000 a 2005. Os autores consideraram como determinantes o nível médio do PIB *per capita* das províncias chinesas (*proxy* de capital humano), os diferentes tipos de firmas no país, tipos de exportações de processamento e variáveis de intensidade. A partir disso, concluíram que a participação de empresas totalmente estrangeiras de países da OCDE e a participação de empresas com investimento estrangeiro direto (IED) nas exportações de processamento impactam positivamente a sofisticação das exportações industriais, enquanto as participações nas exportações das empresas chinesas nativas impactam negativamente.

Já Xu (2010) busca, em seu trabalho, analisar os parâmetros que determinaram que a China é especial em relação à sofisticação das suas exportações. Mediante isso, utilizaram os índices de sofisticação ESI e *Expy* para a estimação de suas regressões, introduzindo a qualidade do produto e o PIB *per capita* de um país na análise. O autor conclui que o efeito combinado do ajuste dessas duas variáveis faz com

que a China não seja mais considerada uma exceção quando comparada a outros países – como Índia e México –, devido à heterogeneidade do PIB *per capita* entre as províncias e principalmente no que tange à qualidade dos produtos.

Estendendo o modelo proposto por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007); e Weldemicael (2012) visa examinar os efeitos do IED, da distância dos principais mercados e da qualidade institucional na sofisticação das exportações. O autor utiliza um grupo de cerca de 120 países no período de 1980 a 2000. Além das variáveis independentes incluídas, qualidade institucional, distância e IED, o autor controlou os efeitos do capital humano, o PIB *per capita* e a população. Dentre os principais resultados, pode-se destacar que as variáveis de controle apresentaram efeitos significativos, assim como o IED e a distância, sendo que o primeiro se apresentou positivo e com efeitos mais significativos em países com baixa qualidade institucional, e o segundo, um efeito negativo – se relacionando aos custos de comércio incorridos pela distância.

Comparando as estruturas das exportações da Finlândia e da Irlanda, Brady, Doyle e Noonan (2013) analisam até que ponto os produtos de alto valor caracterizam cada perfil de exportação dos países, e para isso utilizam o método do espaço produto, classificando os produtos conforme a vantagem comparativa revelada e analisando suas potencialidades para a geração de renda (indicador *Prody*), o número de produtos relacionados conectados a cada produto (*Path*) e a facilidade de realocação dos fatores de produção de um produto para outro (*Density*). Os autores concluem que ambos os países se especializam em produtos clássicos, diversificam em campeões emergentes e que há especialização na categoria produtos em extinção. A Irlanda apresentou um *Prody* maior, o que demonstra maior potencial de renda no seu pacote de exportações.

Nguyen (2016) busca examinar os impactos da liberalização comercial na sofisticação das exportações vietnamitas no período de 2001 a 2010. Para isso, o autor opta pelo índice de sofisticação *Expy* (proposto por Hausmann, Hwang e Rodrik, 2007). O autor conclui que a adesão do país à Organização Mundial do Comércio (OMC) não se apresentou significativa, já a liberalização impactou positivamente no nível de sofisticação das exportações do Vietnã.

Buscando analisar a sofisticação das exportações de diversos países, Kočenda e Poghosyan (2018) utilizam um modelo de dados de painel para o período de 2001 a 2015, compreendendo 101 economias desenvolvidas, em desenvolvimento e emergentes. Os autores optam pela utilização do *Expy* como índice de sofisticação. Dentre os resultados obtidos na análise, destaca-se que a sofisticação das exportações é positivamente impactada pelo tamanho do país, pela produção e pela variável dependente defasada (o que demonstra dependência da trajetória nas

atividades exportadoras). Em contrapartida, a falta de qualidade das instituições gera impactos negativos.

Baliamoune-Lutz (2019) investiga, em seu trabalho, se o destino das exportações (economias desenvolvidas) levaria a incrementos na sofisticação das exportações. Para isso, a autora optou pela utilização do índice de diversificação comparativa da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD, em inglês) como medida de sofisticação das exportações e elaborou um painel com dados entre 1995 e 2013, referente a 76 países. A autora verifica em sua análise que a relação entre o destino das exportações e o nível de sofisticação dos países exportadores não é linear, apresentando-se crescente até um certo nível, onde ocorre uma inflexão, e passa a decrescer, o mesmo ocorrendo com a relação entre sofisticação e renda *per capita*. A sofisticação das exportações passadas também gerou impactos positivos na sofisticação presente, porém, em relação aos investimentos estrangeiros diretos, não se pode verificar uma interação positiva.

Analisando um painel de dados de 36 países no período entre 2005 e 2014, Su *et al*. (2020) buscaram estender a literatura existente sobre os determinantes da sofisticação das exportações e analisar o impacto das políticas de comércio de serviços no desempenho do comércio e da produtividade da manufatura. Para isso utilizam como variável dependente o índice *Expy* e como variável independente o índice composto de restritividade do comércio de serviços, e variáveis de controle. Os resultados demonstram que a restritividade do comércio do setor de serviços impacta de forma negativa a sofisticação.

No cenário brasileiro, Baraúna e Hidalgo (2016) buscaram analisar a evolução do nível de sofisticação das exportações brasileiras, fazendo uso do índice de sofisticação proposto por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007). Para isso analisaram um grupo de cinquenta países, divididos em dois subgrupos (desenvolvidos e em desenvolvimento), no período de 2000-2013. Dentre os principais achados da pesquisa, destaca-se que o setor de bens primários apresentou um aumento mais significativo na produtividade e que o segmento de baixa intensidade tecnológica apresentou maior estabilidade. A sofisticação das exportações para países em desenvolvimento apresentou comportamento mais homogêneo do que o grupo de países desenvolvidos. Os autores concluíram que a produtividade média e a sofisticação em geral das exportações brasileiras apresentam-se decrescentes no período.

Os estudos no âmbito nacional buscam analisar a influência dos *lobbies* nas políticas econômicas nacionais, principalmente focando alguns setores ou grupos de interesse específicos da economia. Entre esses trabalhos, pode-se citar o de Mancuso (2004), o qual busca analisar a influência do *lobby* realizado pelos industriários frente ao Congresso Nacional, que ocorre mediante discussões e políticas que visaram reduzir o custo Brasil. O autor concluiu que a atividade de *lobby* realizada

se apresentou mais bem-sucedida do que o esperado, principalmente pelo fato de a política industrial ter sido considerada fraca por muitos no período.

Já Marzagão (2008) busca explicar por que os diferentes setores da economia brasileira gozam de diferentes níveis de proteção comercial, verificando se esse fato ocorre pelas diferenças entre a demanda por proteção e a capacidade de pressão do setor frente aos representantes políticos. O autor conclui que, com base no modelo, não se pode afirmar que os *lobbies* protecionistas são os principais determinantes da estrutura de proteção comercial do Brasil.

Pôde-se verificar que a sofisticação das exportações é parte da agenda de pesquisas empíricas, como por exemplo de Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), Weldemicael (2012), Kočenda e Poghosyan (2018) e, no caso brasileiro, Baraúna e Hidalgo (2016). Esta pesquisa difere das demais ao analisar, pela primeira vez, a sofisticação das exportações com um patamar de desagregação distinto, ao nível de subsetor da indústria de transformação, e ao propor o uso de um modelo em dois níveis para os testes empíricos.

3 PROCEDIMENTO EMPÍRICO E DADOS

Para análise empírica da pesquisa, utiliza-se o procedimento de dados em painel multinível, que, segundo Hox, Moerbeek e Van de Schoot (2010), refere-se a uma estrutura de dados onde a população analisada está organizada de forma hierárquica (em níveis). Esse procedimento se apresenta como apropriado para o presente estudo, sendo que utiliza tanto informações em nível de setores como em nível de país.

3.1 Indicadores de sofisticação

A literatura utiliza algumas medidas alternativas para a análise da sofisticação, entre elas destaca-se o índice de similaridade de exportação – ESI (Schott, 2008) e o índice de diversificação comparativa da UNCTAD (Baliamoune-Lutz, 2019). Porém, tratando-se especificamente da sofisticação das exportações, o índice proposto por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) é o principal utilizado em estudos da área (ver, por exemplo, Xu, 2010; Nguyen, 2016; Kočenda e Poghosyan, 2018), o que justifica sua escolha como indicador de sofisticação neste artigo.

O índice de sofisticação é composto por duas partes. A primeira parte, equação (8), relaciona a vantagem comparativa revelada das exportações dos subsetores k para o país i, com o nível de renda (y) associado a cada subsetor. Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) denominam esta primeira parte como nível de produtividade (PDA^k), expresso pela equação (8):

$$PDA^k = \sum_i \left\{ \frac{\left(x_i^k / X_i\right)}{\sum_i \left(x_i^k / X_i\right)} Y_i \right\} \tag{8}$$

em que $\frac{x_i^k}{X_i}$ corresponde à participação do subsetor k na pauta de exportação do Brasil para o país i; X_i ao total de exportações brasileiras para o destino i; $\sum_i (x_i^k / X_i)$ é o somatório da participação mundial dos subsetores no agregado de todos os países exportadores, ou seja, representa o desempenho de cada subsetor no comércio mundial. Cabe ressaltar que, como a literatura preexistente (ver, por exemplo, Xu, 2010; Baliamoune-Lutz, 2019) aponta falhas de superestimação pelo uso da renda *per capita* como indicador de nível de renda, neste artigo propôs-se uma modificação no indicador. Dessa forma, de modo diferente do que é comumente utilizado pela literatura, Y_i será representado pelo valor de transformação industrial (VTI)[6] por trabalhador de cada subsetor k, visando reduzir a superestimação que ocorre pelo uso do PIB *per capita*.

Com base nos valores obtidos para o PDA^k e a participação relativa das exportações dos subsetores k na pauta do país i, é possível realizar a segunda parte do cálculo e encontrar o índice de sofisticação (*Soft*) proposto pelos autores. Conforme a equação (9), o índice representa o agregado da participação dos subsetores nas exportações totais, ponderando-se pela renda associada ao subsetor, e apresenta os valores monetários associados à cesta de exportações nacional.

$$SOFT_i = \sum_k \left\{ \frac{X_i^k}{X_i} PDA^k \right\} \tag{9}$$

Quanto maior for o valor monetário associado ao índice, maior a sofisticação, e quanto mais próximos os valores estimados para os países da amostra estiverem dos valores dos países desenvolvidos, estes passam a ser considerados como mais sofisticados.

Os indicadores utilizados e a descrição de suas variáveis podem ser visualizados de forma sistematizada no quadro 1.

6. O VTI é frequentemente utilizado também como *proxy* para o valor adicionado da produção.

QUADRO 1
Indicadores da pesquisa sistematizados

Variável	Equação	Dados	Metodologia adaptada
PDA^k	$\sum_i \left\{ \frac{(x_i^k / X_i)}{\sum_i (x_i^k / X_i)} Y_i \right\}$	Nível de produtividade	Hausmann, Hwang e Rodrik (2007)
–	(x_i^k / X_i)	Participação do produto *k* na pauta de exportação do país *i*	
–	Y_i	VTI setorial utilizado como *proxy* para renda *per capita* do país *i*	
$SOFT_i$	$\sum_k \left\{ \frac{X_i^k}{X_i} PDA^k \right\}$	Índice de sofisticação	

Elaboração dos autores.

3.2 Dados

Esta seção busca apresentar a variável dependente e as explicativas utilizadas na análise, suas respectivas fontes e forma de coleta. É importante ressaltar que todos os valores monetários foram deflacionados (ano de 2010 como referência) e, visando padronização, convertidos para dólares. A variável dependente utilizada na análise consistiu no indicador de sofisticação (*Soft*).

O índice de sofisticação (*Soft*) foi construído a partir de dados do comércio internacional e de dados referentes ao valor adicionado dos subsetores da indústria de transformação brasileira. Os dados de comércio internacional tiveram como fonte a plataforma World Integrated Trade Solution (Wits), disponibilizados pela UN Comtrade (repositório de estatísticas de comércio internacional da ONU), e são classificados por meio do Sistema Harmonizado de Descrição e Codificação de Mercadorias de seis dígitos (SH6). Foram coletados dados referentes às exportações mundiais de cada subsetor e dados referentes às exportações brasileiras para Argentina, China, Estados Unidos, União Europeia e o total para o mundo todo. Esses quatro parceiros comerciais brasileiros corresponderam a mais de 51% da destinação das exportações da indústria de transformação brasileira, sendo respectivamente 7,19%, 9,88%, 19,16% e 15,42% a parcela individual de cada país considerado na amostra no ano de 2019.

Deve-se ressaltar que, no caso da União Europeia, considerou-se apenas o total exportado para os países que fizeram parte da união econômica durante todos os anos considerados na amostra, o que totalizou quinze países (Áustria, Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido e Suécia).

Os dados utilizados nesta análise compreendem o período entre 2010 e 2019, com cortes em períodos de quatro anos, com exceção do último corte, que se refere a um período de cinco anos. Os subsetores (CNAE 2.0) que não apresentaram exportações foram desconsiderados da amostra para não gerar subestimação dos resultados.

Quanto aos dados de renda *per capita* setorial, utilizou-se o VTI como *proxy* do PIB subsetorial, sendo obtida por meio da razão entre o VTI e o pessoal ocupado em cada subsetor. Ambos os dados foram obtidos por meio da Pesquisa Industrial Anual Empresa (PIA/Empresa), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,) com dados desagregados conforme as subsetores[7] da CNAE (quatro dígitos) para empresas com trinta funcionários ou mais. É importante destacar que todas as classes de setores (CNAE quatro dígitos) serão mencionadas neste artigo como subsetores.

Quanto aos determinantes no nível de sofisticação dos subsetores, os dados foram divididos de forma hierárquica em dois grupos de determinantes. Esses dois grupos correspondem a determinantes internos e contextuais. Nas variáveis internas, encontram-se variáveis referentes ao capital humano, *lobby* e tamanho econômico.

Assume-se que a variável capital humano (*ch*) pode afetar positivamente o grau de sofisticação das exportações, isso porque quanto mais qualificado for o capital humano de um país, maior será a sua produtividade e, por consequência, maior a sua capacidade de produzir bens sofisticados (Wang e Wei, 2008; Weldemicael, 2012; Kočenda e Poghosyan, 2018). O capital humano é representado neste artigo pelo percentual de mão de obra com ensino superior completo. Para a construção dessa variável, equação (10), utilizou-se a razão entre o número de trabalhadores com ensino superior completo (MO_{SC}) e o número total de trabalhadores (MO_{set}) para cada subsetor.

$$CH_{it} = \frac{MO_{SC}}{MO_{set}} \tag{10}$$

Os dados sobre mão de obra e nível de escolaridade foram obtidos por meio da Relação Anual de Informações Sociais (Rais/MTE), de acordo com as classificações CNAEs em quatro dígitos.

Busca-se controlar o potencial efeito do *lobby*[8] diante de uma relação entre *lobby* e o que se exporta (sofisticação das exportações dos subsetores). Utiliza-se duas medidas como *proxy* para representar os efeitos do *lobby*. Inicialmente espera-se que a existência do *lobby* impacte negativamente na sofisticação das exportações, isso porque a influência de grupos de pressão frente ao governo reduz os estímulos da indústria

7. Os subsetores em que os valores de transformação industrial foram omitidos para evitar a individualização de dados, devido aos poucos informantes, foram retirados da amostra para obter um painel balanceado na estimação dos dados.
8. Para mais informações, ver Bombardini e Trebbi (2020).

nacional a se tornar mais competitiva e inovadora, visto que as políticas comerciais via barreiras tarifárias e/ou subsídios impostos priorizam alguns subsetores em detrimento dos outros, dificultando a importação de alguns equipamentos e matérias-primas, assim como desestimulando a exportação em alguns subsetores (Beaulieu e Magee, 2004). As variáveis são: o número de firmas (*Firm*) e sindicatos (*Sind*).

1) Número de firmas (*Firm*): a variável *Firm*, assim como em Marzagão (2008), é representada pelo número de firmas de cada subsetor, dividido por mil. A variável pode apresentar tanto um efeito econômico quanto um efeito político. Dessa forma, a concentração de firmas no subsetor pode influenciar negativamente na sofisticação pelo aumento na demanda por proteção comercial do efeito político-econômico. O número de empresas de cada subsetor foi obtido a partir da Rais.

2) Sindicalização (*Sind*): espera-se que essa variável, equação (11), apresente uma relação negativa com a sofisticação, porque quanto maior a presença de sindicalização do subsetor, maior a pressão sobre o governo por proteção e, assim, menor será a sofisticação subsetorial (Beaulieu e Magee, 2004). A variável é representada pelo percentual do total de estabelecimentos de cada subsetor que apresentou vínculos sindicais em cada período, ou seja, a razão entre o número de empresas com vínculos sindicais ($ESTAB_S$) e o total de estabelecimentos do subsetor ($ESTAB_T$).

$$SIND_{it} = \frac{ESTAB_S}{ESTAB_T} \tag{11}$$

Ao controlarmos o efeito do tamanho do subsetor, visamos captar, em parte, o efeito das economias de escala, e espera-se uma relação positiva com o volume de exportações (Wagner, 2001) e, por consequência, com a sofisticação. Para isso optou-se pelo uso da variável representada pela receita líquida de vendas (RLV) dos subsetores, coletada junto à PIA/Empresa.

Além das variáveis de efeitos internos, aqui denominados de nível 1, existem outros fatores externos (contexto dos setores) que também podem afetar a sofisticação das exportações, designados segundo nível na análise multinível. Essas variáveis são: IED e mercado (PIB) de destino, que representa também o nível de desenvolvimento do destino.

O IED é um determinante amplamente considerado na literatura para análise da sofisticação das exportações, do qual espera-se impactos positivos sobre ela, assim como em Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), Xu (2010) e Weldemicael (2012). Neste artigo, será utilizado o IED desagregado de acordo com os setores da CNAE. Os dados foram obtidos junto ao Banco Central do Brasil (BCB).

Quanto ao nível de desenvolvimento, como verificado por Baliamoune-Lutz (2019), o destino das exportações tende a ser um importante determinante da sofisticação de um país, ou seja, espera-se que, quanto mais desenvolvido for o país de destino, maior tenderá a ser a sofisticação do exportador. Dessa forma, considera-se como *proxies* o nível de renda (PIB *per capita*) e o tamanho da economia do destino das exportações. Os dados foram extraídos da base de dados da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTADstat) e corresponderam ao PIB *per capita* em dólares. O tamanho da economia (POP) visa captar sua influência (potencial de mercado) na sofisticação das exportações, assim, utilizou-se a população total do país, desagregada em nível setorial como *proxy* para essa medida, visto que permite a análise do tamanho potencial do mercado consumidor. Espera-se que, assim como em Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), Schott (2008) e Kočenda e Poghosyan (2018), o seu impacto seja positivo.

3.3 Procedimento econométrico: análise multinível

Nesta seção, busca-se apresentar o modelo de análise hierárquica, também chamado de modelo multinível. Segundo Hox e Van de Schoot (2010, p. 6) "os modelos multiníveis são projetados para analisar variáveis de diferentes níveis simultaneamente, usando um modelo estatístico que inclui adequadamente as várias dependências".

Hofmann (1997, p. 723) destaca que esses modelos "fornecem um mecanismo conceitual e estatístico para investigar e desenhar conclusões sobre a influência dos fenômenos em diferentes níveis de análise" e apresentam-se como uma forma mais complexa de regressão de mínimos quadrados ordinários (OLS), que possibilita a análise da variância das variáveis dependentes quando as variáveis independentes encontram-se em vários níveis, permitindo assim a análise da população estudada de forma agrupada (Gutierrez, 2005; Woltman *et al.*, 2012).

Considera-se um modelo de regressão multinível, onde o subscrito i representa os subsetores desagregados a quatro dígitos (i= 1, ..., n) e tidos como primeiro nível. O subscrito j representa os setores exportadores, desagregados em dois dígitos (j= 1, ..., n) e em segundo nível. Tendo-se em conta as variáveis de primeiro nível, ou seja, no nível do indivíduo, que nesse caso são os subsetores, pode-se expressar o problema multinível através da equação (12):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 X_{1ij} + \beta_2 X_{2ij} + e_{ij} \quad (12)$$

onde β_{0j} corresponde ao intercepto do modelo, β_{1j} e β_{2j} aos coeficientes de inclinação referentes às variáveis do nível individual, e e_{ij} representa o termo de erro residual do modelo, que possui média zero e variância a ser estimada (Woltman *et al.*, 2012).

Como considera-se um modelo de dois níveis, a variação do intercepto é influenciada por variáveis de segundo nível, nesse caso, referente ao setor desagregado em dois dígitos. Visto que a influência das variáveis desse nível ocorre apenas sobre o intercepto, utiliza-se um modelo de efeitos diretos, expresso pela equação (13):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} Z_{1j} + \mu_{0j} \tag{13}$$

onde γ_{00} corresponde ao coeficiente angular e γ_{01} ao coeficiente de inclinação das variáveis referentes ao segundo nível. O termo de erro do modelo é representado por μ_{0j} e possui média zero, além de ser independente dos erros do nível de subsetor (Woltman *et al.*, 2012).

Dessa forma, substituindo a equação (13) em (12) tem-se o modelo multinível:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} Z_{1j} + \beta_1 X_{1ij} + \beta_2 X_{2ij} + e_{ij} + \mu_{0j} \tag{14}$$

Como já destacado, uma regressão multinível é uma forma de análise mais complexa do que uma regressão múltipla, então os parâmetros do modelo não poderão ser estimados por meio de uma regressão OLS, visto que ferirá o pressuposto de homocedasticidade. Diante disto, o uso de uma regressão de mínimos quadrados generalizados (GLS) se torna mais adequada aos parâmetros do segundo nível, por fornecer uma regressão ponderada e assim aumentar a precisão das estimativas de nível inferior (Hofmann, 1997).

Hox, Moerbeek e Van de Schoot (2010) destacam ainda que, ao se utilizar dados agrupados, as observações de um mesmo grupo se tornam mais semelhantes entre si do que as de outro grupo, o que viola o pressuposto de independência das variáveis, justificando a importância do uso do modelo multinível. Dessa forma, a correlação intraclasse (ρ) permite mensurar o tamanho dessa dependência entre as variáveis nos subsetores. Esse coeficiente de correlação intraclasse pode ser encontrado através de um modelo que não contenha nenhuma variável explicativa, ou seja, através de um modelo de interceptação, que é encontrado quando removemos todas as variáveis X e Z da equação (14), que se reduz a:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \mu_{0j} + e_{ij} \tag{15}$$

Esse modelo não explica a variância em Y, mas a decompõe em dois termos independentes que se referem aos erros do primeiro e segundo nível. A equação (16) apresenta a equação da correlação intraclasse ρ:

$$\rho = \frac{\sigma^2_{u_0}}{\sigma^2_{u_0} + \sigma^2_e} \tag{16}$$

onde σ^2_e representa a variância dos erros de primeiro nível e_{ij} (subsetores) e $\sigma^2_{u_0}$ a variância dos erros de segundo nível μ_{0j} (setores); e demonstra que a correlação intraclasse refere-se à proporção da variância do nível de grupo (setores) em relação

à variância total do modelo, ou seja, busca ilustrar o quanto da sofisticação das exportações nos subsetores são explicadas pelas diferenças entre os setores.

Gutierrez (2005) destaca ainda que o coeficiente intraclasse pode variar de zero a um, sendo que o valor zero demonstra que os setores não impactam a variável dependente, que será a sofisticação das exportações brasileiras para o período, e o valor 1 representa que toda a variação na sofisticação das exportações depende do setor ao qual o subsetor está inserido. Quanto maior for o coeficiente, mais justificável se torna a análise dos fatores que tornam um destino mais propulsor da sofisticação do que o outro.

3.4 Especificação empírica

Tomando como referência a apresentação da metodologia, o modelo empírico aqui proposto provém de um modelo de regressão multinível que permite analisar a influência de dois grupos de forma simultânea e suas respectivas variáveis na variável dependente do modelo; onde o primeiro nível é representado pelo subscrito i e corresponde aos subsetores (i= 1, ..., n), ou seja, CNAE quatro dígitos, e o segundo nível é representado pelo subscrito j, que corresponde aos dados de contexto dos setores (j= 1, ..., n). A equação (17), apresenta os efeitos diretos gerados na sofisticação das exportações brasileiras oriundas do primeiro nível:

$$SOFT_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1 CH_{ij} + \beta_2 FIRM_{ij} + \beta_3 SIND_i + \beta_4 TAM_{ij} + e_{ij} \quad (17)$$

onde β_{0j} corresponde ao intercepto do modelo, β_{1j} ao coeficiente de inclinação da variável que representa o nível de capital humano, β_{2j} ao coeficiente referente ao *lobby* oriundo do número de firmas, β_{3j} é o coeficiente do *lobby* realizado pelos sindicatos, β_{4j} representa o coeficiente relacionado ao tamanho da economia (setor), e e_{ij} representa o termo de erro residual do modelo que possui média zero e variância a ser estimada. Com a inclusão das variáveis explicativas do segundo nível (contexto), que, nesse modelo, impactam apenas o intercepto, tem-se:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} IED_j + \gamma_{02} PIBdestino_j + \gamma_{03} POPdestino_j + \gamma_{04} Top\ 4 + \mu_{0j} \quad (18)$$

onde γ_{00} corresponde ao coeficiente angular e γ_{01}, γ_{02}, γ_{03} e γ_{04} correspondem aos coeficientes de inclinação das variáveis IED, PIB do país de destino, tamanho da população de destino e de uma *dummy* para controle dos quatro subsetores que mais concentram a sofisticação do destino. O termo de erro do modelo é representado por μ_{0j} e possui média zero, além de ser independente dos erros do nível de subsetores.

Como o modelo busca apresentar a influência simultânea das variáveis dos dois níveis na sofisticação das exportações, ao substituirmos a equação (18) em (17) tem-se a especificação empírica multinível proposta para alcançar os objetivos propostos.

$$SOFT_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}PIBdestino_j + \gamma_{02}POPdestino_j + \gamma_{03}IED_j + \gamma_{04}Top\ 4 + \beta_1 FIRM_{ij} + \beta_2 SIND_{ij} + \beta_3 CH_i + \beta_4 TAM_{ij} + e_{ij} + \mu_{0j} \quad (19)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como destacado na especificação empírica, foram consideradas três especificações multinível a serem estimadas. O primeiro modelo se consistiu em um modelo "nulo", que busca evidenciar a importância de se considerar os dados hierárquicos – formato multinível. No segundo, inseriu-se quatro variáveis de nível subsetorial (nível 1) nesse modelo básico. E o modelo 3 considerou oito variáveis, sendo quatro de nível 1 e quatro variáveis de contexto (nível 2).

4.1 Determinantes da sofisticação

Antes de iniciar-se a apresentação dos resultados dos modelos, é relevante apresentar a significância estatística do teste para aplicação dos modelos, ou seja, busca-se testar se o procedimento em dois níveis é apropriado. A estatística é obtida por meio da aplicação do teste de razão de verossimilhança (*LR test*), comparando os modelos 1 e 3. Os resultados da estatística LR são apresentados na tabela 1.

TABELA 1
Teste de razão de verossimilhança – modelos de sofisticação

Destino	LR chi²(8)	Prob > chi²
Argentina	617,26	0,000
Estados Unidos	516,32	0,000
União Europeia	832,08	0,000
China	798,47	0,000

Elaboração dos autores.

Os resultados dos testes evidenciam que existe um segundo nível e que o uso de um painel multinível é adequado para a análise dos determinantes da sofisticação das exportações. Ou seja, o modelo indica que não se deve ignorar a variação (diferenças) em nível de setores (CNAE dois dígitos).

Assim, tomando-se como premissa a relevância dos modelos multiníveis que consideram as variáveis de contexto, estima-se inicialmente o modelo nulo (modelo 1), visto que ele fornece indícios da importância de se considerar as diferenças entre os setores na avaliação do desempenho individual das exportações bilaterais.

Os resultados apresentados na tabela 2 indicam que a diferença entre os setores, representada pela estatística correlação intraclasse (ICC), é responsável por explicar 26,27% das variações no nível de sofisticação das exportações destinadas à Argentina, 18,53% das alterações do *Soft* das exportações para os Estados Unidos,

17,47% do *Soft* das exportações destinadas ao bloco europeu e de 18,33% das variações na sofisticação das exportações para a China.

O modelo 2, como já mencionado, incorpora variáveis de nível individual ao primeiro modelo. Com a inserção dessas variáveis ao modelo, percebe-se que a ICC apresentou uma redução, passando de 26,27% para 24,91% no caso argentino, de 18,53% para 16,49% no dos Estados Unidos, de 17,47% para 17,27% no da União Europeia e de 18,33% para 19,34% no chinês, o que evidencia (exceto no caso chinês) que a inserção dessas variáveis controlou parte das variações ocasionadas por diferenças de grupos.

Quanto aos determinantes considerados no nível 1, os resultados evidenciam que a variável representante do capital humano se apresentou como estatisticamente significante e com o sinal esperado na determinação dos níveis de sofisticação de ambos os parceiros, em linha com a literatura, como em Wang e Wei (2008) e Weldemicael (2012).

Ainda, ao se analisar o modelo 2, é possível perceber que a variável *Firm* apresentou o coeficiente com sinal negativo, com exceção do modelo das exportações destinadas para a China, e estatisticamente significante. Ou seja, quanto maior for o número de empresas no setor, menores serão os níveis de sofisticação das exportações atreladas a eles. Essa relação inversa entre a sofisticação e o número de firmas pode estar atrelada à maior especialização.

A variável *Sind*, assim como a *Firm*, apresentou uma relação negativa com o nível de sofisticação. Ou seja, quanto maior foi a presença de sindicalização nos subsetores, menores foram os níveis de sofisticação para os destinos, porém, ela é estatisticamente significante apenas em relação à China.

A variável *tamanho* é estatisticamente significante e apresentou o sinal esperado, ou seja, contribuiu positivamente para a sofisticação em grande parte dos destinos da amostra, não sendo estatisticamente significante apenas para a China.

Nas estimativas com adição das variáveis em segundo nível (modelo 3), denominadas de contextuais, observa-se que, embora se verifique uma redução da estatística ICC, estas se mostram relevantes. No caso do comércio com a Argentina, as estimativas de todas as variáveis de primeiro nível apresentaram-se estatisticamente significantes e com o mesmo comportamento anterior. Nos modelos de sofisticação das exportações para os Estados Unidos e a União Europeia, as variáveis *capital humano* e *tamanho do subsetor* apresentaram significância estatística e todas as variáveis apresentaram o sinal esperado. No caso do comércio com a China, apenas o tamanho do subsetor foi estatisticamente significativo e as variáveis não apresentaram os sinais esperados (regressão 12 da tabela 2). Vale ressaltar que a China possui um padrão comercial com o Brasil distinto das demais economias

consideradas na análise, o que pode explicar, em parte, a diferença dos resultados obtidos para esse destino.

Ao considerar as variáveis de segundo nível, o IED não apresentou coeficiente estatisticamente significante para nenhum dos destinos. Enquanto o nível de renda e o tamanho da economia foram significativos para a União Europeia e os Estados Unidos, quando se observa os sinais dos coeficientes não é possível verificar um padrão. Já a *dummy* do *Top4* se apresentou como estatisticamente significativa para os quatro destinos. Isso significa que fazer parte de um contexto de maior agregação de valor está relacionado positivamente com a sofisticação.

Nas últimas quatro estimativas constata-se que a ICC de todos os destinos (as variações ocasionadas por efeitos do grupo e não especificadas pelo modelo) diminuiu, passando para 15,42% na Argentina, 12,21% no Estados Unidos, 8,88% na União Europeia e 1,36% na China.

TABELA 2
Determinantes do nível de sofisticação (*Soft*) das exportações bilaterais do Brasil

Variáveis		Destinos											
		ARG	EUA	UE	CHN	ARG	EUA	UE	CHN	ARG	EUA	UE	CHN
		(1)				(2)				(3)			
Nível 1 – Subsetorial (CNAE 4 dígitos)	Constante	0,243 (0,001)***	0,331 (0,000)***	0,247 (0,002)***	0,121 (0,029)**	-1,731 (0,000)***	-0,714 (0,045)**	-1,794 (0,000)***	-0,992 (0,000)***	-1,356 (0,000)***	-2,739 (0,050)**	0,322 (0,673)	-0,449 (0,176)
	CH	–	–	–	–	0, 0026 (0,000)***	0,019 (0,000)***	0,015 (0,000)***	0,071 (0,000)***	0,008 (0,000)***	0,008 (0,003)***	0,011 (0,000)***	-0,001 (0,484)
	Firm	–	–	–	–	-0, 015 (0,025)**	-0,003 (0,789)	-0,017 (0,063)*	0,003 (0,292)	-0,013 (0,007)***	-0,002 (0,815)	-0,007 (0,201)	-0,005 (0,123)
	Sind	–	–	–	–	-0, 006 (0,217)	-0,001 (0,932)	-0,004 (0,618)	-0,012 (0,067)*	- 0, 008 (0,045)**	-0,004 (0,505)	-0,006 (0,332)	0,001 (0,726)
	Tam	–	–	–	–	0,114 (0,000)***	0,053 (0,028)**	0,124 (0,000)***	0,003 (0,669)	0,082 (0,000)***	0,029 (0,101)	0,068 (0,000)***	0,027 (0,004)***
Nível 2 – Variáveis de contexto	IED	–	–	–	–	–	–	–	–	0,010 (0,552)	-0,031 (0,204)	-0,015 (0,427)	-0,006 (0,614)
	PIBpc[1] estrangeiro	–	–	–	–	–	–	–	–	0,090 (0,343)	-1,184 (0,092)*	0,644 (0,027)**	-0,046 (0,351)
	População[1] estrangeira	–	–	–	–	–	–	–	–	-0,048 (0,623)	1,231 (0,084)*	-0,616 (0,032)**	0,0348 (0,532)
	Dummy (*Top4*)	–	–	–	–	–	–	–	–	2,848 (0,000)***	4,132 (0,000)***	4,682 (0,000)***	3,221 (0,000)***
Variância do nível 1 (σ^2_μ)		0,107	0,130	0,118	0,057	0,078	0,101	0,105	0,058	0,023	0,038	0,016	0,001
Variância do nível 2 (σ^2_ε)		0,300	0,571	0,557	0,252	0,235	0,514	0,503	0,243	0,123	0,275	0,169	0,071
Correlação intraclasse (ICC) %		26,27	18,53	17,47	18,33	24,91	16,49	17,27	19,34	15,43	12,21	8,88	1,34
Número de observações		673	681	681	602	667	675	675	596	666	675	675	596

Elaboração dos autores.
Nota: [1] PIB *per capita* e população dos respectivos parceiros comerciais.
Obs.: Significância: *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Com base nos resultados evidenciados pela ICC, pode-se perceber que a diferença entre os grupos é mais preponderante quando se consideram os fluxos para Argentina do que os para os demais destinos. Essa evidência ocorre, em parte, devido à característica do comércio entre os dois países, que envolve subsetores com mais intensidade tecnológica, como os subsetores de fabricação de automóveis e defensivos agrícolas, gerando padrões distintos entre os setores (ver tabela A.1, apêndice A). Já os Estados Unidos e a União Europeia possuem um comportamento semelhante, pois as economias possuem um nível de desenvolvimento e poder de compra maior. Como destacado por Regolo (2013), países com poderes de compra diferente tendem a focar seus recursos em exportações mais diversificadas. Em contrapartida, os resultados evidenciados pela China demonstram que as exportações destinadas para o país estão concentradas em poucos setores e que estes tendem a ser mais homogêneos e menos sofisticados.

Esse panorama distinto entre os destinos pode estar relacionado com a diferença entre os padrões de comércio existentes. Como destacado por Carmo e Bittencourt (2013), no caso do comércio realizado com a Argentina (assim como nos demais países do Mercado Comum do Sul – Mercosul), o padrão de comércio possui natureza intraindustrial e é baseado em acordos de cooperação. Já o comércio realizado com a China possui um padrão de natureza interindustrial.

Quanto às variáveis de primeiro nível (modelo 2), o resultado está em linha com a literatura da área. Por exemplo, Wang e Wei (2008), Weldemicael (2012) e Kočenda e Poghosyan (2018) destacam que o capital humano é um propulsor da sofisticação. Já Wagner (2001) destaca que as economias de escala (tamanho) estão positivamente relacionadas ao desempenho dos subsetores, visto que se relaciona com uma série de fatores como: um melhor uso de recursos, acesso a crédito com menores custos, benefícios de compras a granel, departamentos próprios de *marketing* que alavancam as vendas, maior capacidade de assumir riscos e desenvolver novos produtos, entre outros.

Os efeitos das variáveis de *lobby* são heterogêneos e, nessa linha, a literatura, como Beaulieu e Magee (2004) e Matschke e Sherlund (2006), destaca que, nos Estados Unidos, os *lobbies* realizados por empresas e sindicatos possuem comportamentos contrários. Enquanto o *lobby* feito por empresas tende a buscar uma maior abertura comercial, o *lobby* praticado por trabalhadores tende a defender mais proteção.

Quanto aos determinantes considerados no modelo 3, controlando para o efeito de contexto, constatou-se que o nível de renda e o tamanho do mercado de destino apresentam significância estatística para os Estados Unidos e União Europeia, o que pode estar relacionado às semelhanças entre os dois destinos, principalmente o alto nível de desenvolvimento econômico, e está de acordo com os

achados de Weldemicael (2012), Kočenda e Poghosyan (2018) e Baliamoune-Lutz (2019). Quanto ao IED, assim como em Baliamoune-Lutz (2019), a variável não se apresentou como estatisticamente significante, ou seja, efeito do IED é neutro sobre a sofisticação. Avanços nesse campo de estudo devem considerar a limitação do período desta pesquisa para contemplar tanto as intempéries da crise sanitária, iniciada em 2020, quanto os recentes efeitos das restrições tarifárias impostas para alguns setores em 2025.

Os resultados apresentados no presente artigo contribuem para a literatura ao apresentar os determinantes da sofisticação das exportações da indústria de transformação brasileira em uma perspectiva multinível, ou seja, considerando os impactos gerados pela diferença do contexto setorial em que as exportações ocorrem, além de características dos setores. Em termos de formulação de políticas para ampliar a sofisticação dos produtos exportados, as evidências apresentadas demonstram que medidas de estímulo a melhorias na qualificação do capital humano e economias de escala devem ser levadas em consideração.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou analisar o nível da sofisticação das exportações da indústria de transformação brasileira e seus determinantes, controlando alguns fatores de contexto. O nível de sofisticação foi calculado com base no índice proposto por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007). Utilizou-se o procedimento de análise multinível, o qual considera tanto variáveis dos subsetores quanto varáveis que se relacionam com o contexto. Foram analisados dados das exportações da indústria de transformação brasileira, desagregados em nível subsetorial (CNAE quatro dígitos), no período entre 2010 e 2019, a partir das transações comerciais realizadas bilateralmente com os quatro principais parceiros do país (China, Estados Unidos, União Europeia e Argentina).

Examinou-se os determinantes da sofisticação em nível individual (CNAE quatro dígitos) através das variáveis *capital humano* (representado pelo percentual de mão de obra com ensino superior completo), influência de *lobbies* – firmas (número de firmas por subsetor) e sindicalização (percentual de firmas com sindicalização) – e tamanho do subsetor (receita líquida de vendas dos setores). Quanto aos controles de nível contextual, que os setores tomam como dado, considerou-se: IED, o tamanho da economia de destino (PIB *per capita* do destino), o tamanho do mercado de destino (população) e a *dummy Top4,* que representa a concentração da sofisticação nos subsetores.

Com base nos valores obtidos para o nível de sofisticação agregado por destino, pode-se perceber que, no período em consideração, as exportações destinadas à União Europeia apresentaram um maior nível de sofisticação, correspondendo a um nível 238,6% superior ao menor nível (China) – ver gráfico A.1, apêndice A.

Considerando o nível de sofisticação das exportações para os demais destinos, em ordem decrescente, tem-se, em sequência, as exportações destinadas aos Estados Unidos, Argentina e China. Ao se analisar a sofisticação de forma desagregada por subsetor, verificou-se que, em todos os destinos, a sofisticação se concentra em poucos subsetores (ver tabela A.1, apêndice A).

Quanto às demais variáveis consideradas nos modelos, as estimativas indicam que capital humano, tamanho dos subsetores e concentração são estatisticamente significativas e podem ser consideradas como determinantes da sofisticação das exportações brasileiras. As demais variáveis utilizadas na análise, embora tenham apresentado significância nos modelos para alguns destinos, não apresentaram estabilidade de sinal e, dessa forma, não há indícios suficientes para serem consideradas como determinantes.

Assim, o presente artigo contribui com a literatura apresentando potenciais determinantes da sofisticação das exportações da indústria de transformação. Portanto, indica direções para os formuladores de políticas públicas, visto que, ao se adotar políticas que estimulem a melhoria no nível de qualificação do capital humano para a indústria, ganhos de economias de escala e a competitividade das indústrias nacionais com alta produtividade associada, leva-se a incrementos na sofisticação das exportações nacionais. A implementação de medidas de estímulo à sofisticação das exportações no Brasil deve ter tais aspectos em consideração, visando elevar o nível de desenvolvimento econômico do país.

REFERÊNCIAS

BALIAMOUNE-LUTZ, Mina. Trade sophistication in developing countries: does export destination matter? **Journal of Policy Modeling**, v. 41, n. 1, p. 39-51, jan.-fev. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2018.09.003.

BARAÚNA, Ariane Danielle; HIDALGO, Álvaro Barrantes. Evolução do grau de sofisticação das exportações brasileiras (2000-2013). **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 305-334, ago. 2016.

BEAULIEU, Eugene; MAGEE, Christopher. Four simple tests of campaign contributions and trade policy preferences. **Economics & Politics**, v. 16, n. 2, p. 163-187, jun. 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1468-0343.2004.00136.x.

BOMBARDINI, Matilde; TREBBI, Francesco. Empirical models of lobbying. **Annual Review of Economics**, v. 12, p. 391-413, maio 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1146/annurev-economics-082019-024350.

BRADY, Gerard; DOYLE, Eleanor; NOONAN, Lisa. Trade sophistication indicators: balancing diversity and specialization. **International Advances in Economic Research**, v. 19, n. 4, p. 425-438, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11294-013-9424-1.

BRAMBILLA, Irene; CHAUVIN, Nicolas Depetris; PORTO, Guido. **Wage and employment gains from exports**: evidence from developing countries. Paris: CEPII, jun. 2015. (Working Paper, n. 2015).

CARMO, Alex Sander; BITTENCOURT, Maurício Vaz Lobo. Comércio intraindustrial entre o Brasil e a Argentina: novas evidências. **Revista de Economia e Administração**, v. 12, n. 1, p. 7-31, jan.-mar. 2013.

FINGER, J. Michael; KREININ, Mordechai E. A measure of 'export similarity' and its possible uses. **The Economic Journal**, v. 89, n. 356, p. 905-912, dez. 1979. Disponível em: https://doi.org/10.2307/2231506.

GUTIERREZ, Gabriela Carrasco. **Estimação das escalas dos construtos capital social, capital cultural e capital econômico e análise do efeito escola nos dados de Peru-Pisa 2000**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 26 ago. 2005.

HAUSMANN, Ricardo; HWANG, Jason; RODRIK, Dani. What you export matters. **Journal of Economic Growth**, v. 12, p. 1-25, mar. 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4.

HOFMANN, David A. An overview of the logic and rationale of hierarchical linear models. **Journal of Management**, v. 23, n. 6, p. 723-744, dez. 1997. Disponível em: https://doi.org/10.1177/014920639702300602.

HOX, Joop; MOERBEEK, Mirjam; VAN DE SCHOOT, Rens. **Multilevel analysis**: techniques and applications. 2. ed. Nova York: Routledge, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9780203852279.

JARREAU, Joachim; PONCET, Sandra. Export sophistication and economic growth: evidence from China. **Journal of Development Economics**, v. 97, n. 2, p. 281-292, mar. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2011.04.001.

KOČENDA, Evžen; POGHOSYAN, Karen. Export sophistication: a dynamic panel data approach. **Emerging Markets Finance and Trade**, v. 54, n. 12, p. 2799-2814, maio 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1080/1540496X.2017.1412305.

LALL, Sanjaya; WEISS, John; ZHANG, Jinkang. The "sophistication" of exports: a new trade measure. **World Development**, v. 34, n. 2, p. 222-237, fev. 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.09.002.

MANCUSO, Wagner Pralon. O *lobby* da indústria no Congresso Nacional: empresariado e política no Brasil contemporâneo. **Dados**, v. 47, n. 3, p. 505-547, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0011-52582004000300003.

MARZAGÃO, Thiago Veiga. *Lobby* e protecionismo no Brasil contemporâneo. **Revista Brasileira de Economia**, v. 62, n. 3, p. 263-278, jul.-set. 2008.

MATSCHKE, Xenia; SHERLUND, Shane M. Do labor issues matter in the determination of U.S. trade policy? An empirical reevaluation. **American Economic Review**, v. 96, n. 1, p. 405-421, mar. 2006.

NGUYEN, Dong Xuan. Trade liberalization and export sophistication in Vietnam. **The Journal of International Trade & Economic Development**, v. 25, n. 8, p. 1071-1089, maio 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09638199.2016.1179778.

REGOLO, Julie. Export diversification: how much does the choice of the trading partner matter? **Journal of International Economics**, v. 91, n. 2, p. 329-342, nov. 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2013.07.004.

SCHOTT, Peter K. The relative sophistication of Chinese exports. **Economic Policy**, v. 23, n. 53, p. 6-49, jan. 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1111/j.1468-0327.2007.00195.x.

SU, Xiaoyan *et al*. Services trade restrictiveness and manufacturing export sophistication. **The North American Journal of Economics and Finance**, v. 51, p. 101058, jan. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.najef.2019.101058.

WAGNER, Joachim. A note on the firm size: export relationship. **Small Business Economics**, v. 17, n. 4, p. 229-237, dez. 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1023/A:1012202405889.

WANG, Zhi; WEI, Shang-Jin. **What accounts for the rising sophistication of China's exports?** Cambridge, Estados Unidos: NBER, fev. 2008. (Working Paper, n. 13771).

WELDEMICAEL, Ermias. **Determinants of export sophistication**. Melbourne: The University of Melbourne, 30 jan. 2012.

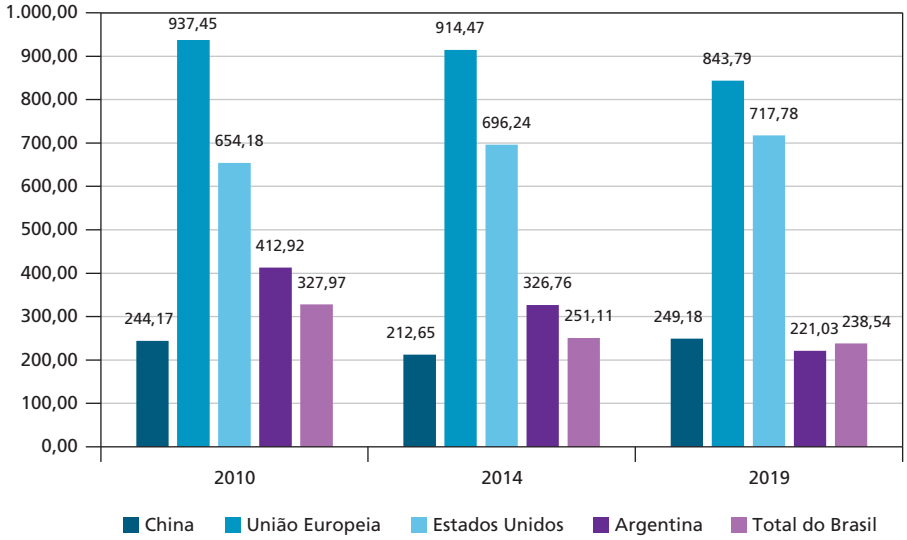
WOLTMAN, Heather *et al*. An introduction to hierarchical linear modeling. **Tutorials in Quantitative Methods for Psychology**, v. 8, n. 1, p. 52-69, 2012.

XU, Bin; LU, Jiangyong. Foreign direct investment, processing trade, and the sophistication of China's exports. **China Economic Review**, v. 20, n. 3, p. 425-439, set. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.chieco.2009.01.004.

XU, Bin. The sophistication of exports: is China special? **China Economic Review**, v. 21, n. 3, p. 482-493, set. 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.chieco.2010.04.005.

APÊNDICE A

GRÁFICO A.1
Sofisticação das exportações brasileiras (2010-2019)
(Em US$ 1 mil)

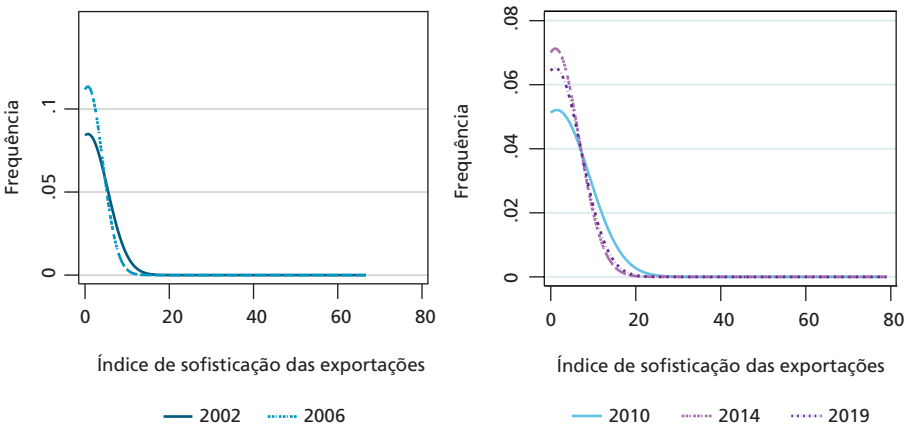


Elaboração dos autores.

GRÁFICO A.2
Distribuição da sofisticação considerando o Brasil como um todo

A.2A Sofisticação das importações de 2002 a 2006

A.2B Sofisticação das importações de 2010 a 2019



Elaboração dos autores.

TABELA A.1
Subsetores com os cinco maiores níveis de sofisticação (2010 e 2019)

Destino	2010			2019		
	Código	Descrição	*Soft* (US$ 1 mil)	Código	Descrição	*Soft* (US$ 1 mil)
Argentina	2910	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	88,82	2910	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	198,23
	2920	Fabricação de caminhões e ônibus	57,19	2831	Fabricação de tratores agrícolas	32,30
	2051	Fabricação de defensivos agrícolas	16,75	2920	Fabricação de caminhões e ônibus	12,93
	2831	Fabricação de tratores agrícolas	16,04	1921	Fabricação de produtos do refino de petróleo	11,98
	2031	Fabricação de resinas termoplásticas	8,49	1721	Fabricação de papel	10,37
Estados Unidos	2421	Produção de semiacabados de aço	353,42	2411	Produção de ferro-gusa	155,61
	1710	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	219,58	1710	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	114,22
	2021	Fabricação de produtos petroquímicos básicos	101,90	3041	Fabricação de aeronaves	82,15
	1931	Fabricação de álcool	33,87	2854	Fabricação de máquinas e equipamentos para terraplenagem, pavimentação e construção, exceto tratores	38,87
	1210	Processamento industrial do fumo	26,26	1931	Fabricação de álcool	28,85
União Europeia	1041	Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho	336,04	1041	Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho	405,22
	1710	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	328,40	1710	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	262,48
	1210	Processamento industrial do fumo	114,37	1210	Processamento industrial do fumo	58,31
	2412	Produção de ferroligas	100,28	1033	Fabricação de sucos de frutas, hortaliças e legumes	50,01
	1033	Fabricação de sucos de frutas, hortaliças e legumes	63,76	2412	Produção de ferroligas	30,04
China	1710	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	153,51	1710	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	155,15
	2412	Produção de ferroligas	42,86	2412	Produção de ferroligas	11,99
	1041	Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho	38,58	1210	Processamento industrial do fumo	9,06
	1210	Processamento industrial do fumo	21,40	1041	Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho	3,61
	1071	Fabricação de açúcar em bruto	18,05	2411	Produção de ferro-gusa	1,75

Elaboração dos autores.

TABELA A.2
Estatística descritiva (2010, 2014 e 2019)

Variáveis	Observações	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Ln *Soft* ARG	673	0,261	0,629	0	5,294
Ln *Soft* EUA	681	0,287	0,813	0	5,870
Ln *Soft* UE	681	0,222	0,793	0	6,007
Ln *Soft* CHN	602	0,101	0,544	0	5,201
CH	751	12,765	10,166	0	80,075
Firm	751	1,240	3,240	0	45,302
Sind	751	2,196	3,682	0	56,364
Tam	734	15,156	1,401	11,073	19,497
Ln IED setor	751	5,920	1,573	0,402	8,879
Ln PIB ARG	751	6,032	1,004	3,505	7,833
Ln PIB EUA	751	7,636	0,989	5,370	9,387
Ln PIB UE	751	7,329	0,993	4,906	8,996
Ln PIB CHN	751	5,555	1,019	3,388	7,518
Ln POP ARG	751	7,455	0,989	5,157	9,174
Ln POP EUA	751	9,475	0,989	7,161	11,177
Ln POP UE	751	9,703	0,989	7,374	11,391
Ln POP CHN	751	10,945	0,989	8,623	12,640

Elaboração dos autores.

Data de submissão em: 1 fev. 2025.
Primeira decisão editorial em: 31 out. 2025.
Última versão recebida em: 14 nov. 2025.
Aprovação final em: 19 dez. 2025.