

O Comércio Intraindustrial e a Complexidade Econômica

Marcos Tadeu Caputi Lélis¹, Nadine Führ Steffen², Luciane Franke³, André Moreira Cunha⁴

47° Encontro Nacional de Economia – ANPEC 2019

Área 7 – Economia Internacional

Resumo: O desenvolvimento de produtos complexos, sobre os quais se baseia o Índice de Complexidade Econômica (ICE), requer a existência de amplas redes produtivas, com integração entre firmas dentro e fora do país. Diante disso, o objetivo deste trabalho é mensurar o efeito do Índice de Comércio Intraindústria em quatro padrões tecnológicos no ICE. Para tanto, os índices de comércio intraindústria são calculados na relação de cada país com o mundo, seguindo a taxonomia de Pavitt (1984). A partir de uma amostra de 43 países no período de 2002 a 2016, os modelos em dados em painel estimados indicam que, de fato, o comércio intraindustrial afeta o ICE, ainda que de forma não linear e somente nos agrupamentos setoriais “Intensivos em P&D” e de “Fornecedores Especializado”.

Palavras-Chave: Complexidade econômica; Intraindústria; Dados em painel.

Abstract: This paper aims at analyzing the determinants of the Economic Complexity Index (ECI). An economy is capable of producing sophisticated and complex products once its firms belong to large productive networks, with integration between different agents within the country and abroad as well. Consequently, it is reasonable to expect that ECI is also determined by the intra-industry trade. Therefore, this study measures the effect of the Intra-industry Trade Index on ECI. By using the technological-based sector classification suggested by Pavitt (1984) and panel data models, we have estimated that relationship and found that intra-industry trade helps to explain the ECI in two different sectorial clusters: "Science Based" and "Specialized Suppliers". Moreover, such relationship is nonlinear in nature.

Key Words: Economic complexity; Intra-industry; Panel data.

Área de submissão: Área 7 - Economia Internacional.

Classificação JEL: F14; F43; O14;

¹ Professor no Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) e Pesquisador do CNPq. E-mail: mcaputi@uol.com.br.

² Bacharel em Ciências Econômicas na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). E-mail: steffennadine@gmail.com.

³ Doutoranda em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: luciane.franke@hotmail.com.

⁴ Professor no Programa de Pós-Graduação em Economia da UFRGS e Pesquisador do CNPq. E-mail: andre.cunha@ufrgs.br.

O Comércio Intraindustrial e a Complexidade Econômica.

Introdução

A relação entre crescimento econômico e padrões de comércio é um tema recorrente na literatura especializada. Em sua encarnação na economia política clássica, especialmente a partir dos trabalhos seminais de Adam Smith e David Ricardo e, posteriormente, com as contribuições de Eli Heckscher e Bertil Ohlin, estabeleceu-se a ideia de que a transição de uma economia da condição autárquica para a de “livre comércio” conduziria à especialização e, com isso, ao aumento na eficiência no uso dos recursos escassos, com geração de ganhos de bem-estar e maior dinamismo econômico (Helpman e Krugman, 1985; Heckscher e Ohlin, 1991). A explicação dos padrões de comércio e, assim, da natureza da especialização, passou a oscilar entre as diferenças de produtividade, na versão ricardiana, e a dotação relativa dos fatores de produção no modelo Heckscher-Ohlin. No plano histórico, tais modelos refletiam o processo da “Grande Divergência”, ou seja, do avanço da industrialização nos países europeus, liderados pela Inglaterra e, posteriormente, França e Alemanha, além de Estados Unidos e, com algum atraso relativo, Japão, e a maior demanda por recursos naturais diversos produzidos em colônias europeias ou em Estados independentes localizados em regiões periféricas. Assim, os países do “Norte”, com abundância de capital e mais produtivos, se especializavam nos setores modernos, cabendo aos países do “Sul” a oferta de matérias-primas.

Na segunda metade do século XX, as evidências empíricas geradas a partir do trabalho pioneiro de Leontief (1953) e uma série de estudos que passaram a contestar os modelos clássico e neoclássico de comércio, revelaram haver intenso comércio intraindustrial nas economias avançadas (World Bank, 2017). Em grande medida, tal processo já refletia uma dimensão emergente da nova globalização econômica, com o crescente protagonismo das empresas transnacionais, fenômeno que ganhou particular intensidade a partir dos anos 1970. Estimativas recentes sugerem que 2/3 do comércio internacional é controlado diretamente por tais empresas que, ademais, concentram a maior parte dos esforços de inovação tecnológica e comandam as assim-chamadas cadeias globais de valor (Baldwin, 2016; Unctad, 2016; WTO, 2013 e 2018). Neste novo ambiente surgiram modelos de comércio que incorporam a assimetria de poder de mercado e a importância dos determinantes tecnológicos no desempenho das empresas. Assim, a “nova teoria do comércio” assume a existência de concorrência monopolística e gera *insights* importantes para a análise do comércio em nível mais desagregado, o que permitiu o avanço na compreensão das razões que levam diferentes economias a realizarem comércio nos mesmos setores (Helpman and Krugman 1985, Melitz 2003).

Ademais, vão ganhando força na literatura empírica, com repercussões nas reflexões teóricas, a percepção de que países de alta renda apresentam estruturas de exportação que são mais diversificadas e sofisticadas em comparação àquelas observadas em países de renda baixa e média. Isto refletiria as diferenças entre as respectivas capacidades de produzir e inovar, além dos ganhos estáticos e dinâmicos de comércio, a qualidade diferenciada de suas instituições, dentre outros fatores. Com isso, ao invés da especialização, seria a diversificação a característica mais marcante do sucesso econômico. Neste sentido, o trabalho de Imbs e Warcziag (2003) é um divisor de águas. Os autores utilizam diferentes bases de dados e medidas de concentração da produção entre distintos países e períodos de tempo e constaram que há uma relação não linear entre crescimento e especialização. Mais especificamente, eles estimam um padrão em formato de “U”, onde em níveis baixos de renda *per capita*, os países apresentam elevada especialização. Na medida em que a renda *per capita* se eleva, observa-se maior diversificação. Por fim, nos níveis de renda *per capita* ainda mais elevados verifica-se nova tendência de concentração.

Na mesma linha, os trabalhos Hausmann *et al.* (2007), Hidalgo e Hausmann (2009), Hausmann e Hidalgo (2011) e Hausman *et al.* (2011) sugerem que há uma relação estreita entre o nível de renda *per capita* e a complexidade e sofisticação das exportações. Mais especificamente, os países de alta renda *per capita* teriam estruturas produtivas e, por decorrência, perfis de exportações caracterizados não pela especialização, mas pela diversificação e pela maior participação relativa na pauta transacionada com o resto do mundo de produtos intensivos em conhecimento e de maior valor adicionado. Suas pesquisas

permitiram a criação do Índice de Complexidade Econômica (ICE), que combina dois conceitos-chave: a diversidade das exportações e a sua ubiquidade. Este último conceito está associado ao número de países capazes de produzir determinado produto. Assim, são mais competitivos e tendem a ter níveis mais elevados de renda *per capita* os países que são capazes de sustentar, ao longo do tempo, a produção de um leque amplo e diverso de produtos, inclusive aqueles que são mais complexos, na medida em que demandam maior conhecimento acumulado e, por decorrência, são produzidos por poucos países.

A literatura supramencionada sugere que o ICE é uma variável robusta para explicar o crescimento de longo prazo, controlados outros fatores⁵. Em paralelo, novos estudos estão surgindo para tentar explicar o que torna uma economia mais “complexa”. Em geral, o ICE tem sido explicado a partir de variáveis que levam em conta a qualidade das instituições, os níveis de escolaridade, o perfil do emprego e de distribuição de renda, dentre outras (detalhes na seção 2). Todavia, pouco se tem explorado a relação entre o ICE e os padrões de comércio. Tal lacuna parece ser relevante, na medida em que o desenvolvimento de produtos complexos, sobre os quais se baseia o ICE, pressupõe a existência de amplas redes produtivas, com integração entre firmas dentro e fora do país. É neste contexto que o presente trabalho se insere. Mais especificamente, busca-se identificar se, controlados aqueles determinantes já enfatizados pela literatura prévia, há uma relação entre o ICE e o comércio intraindustrial, considerando-se este a partir da agregação setorial por padrão tecnológico desenvolvida por Pavitt (1984) e adaptada por Guerrieri (1991 e 1998).

Assume-se, como hipótese de trabalho, que a complexidade econômica expressa no ICE é resultado da confirmação do ambiente contemporâneo de globalização com predomínio das cadeias de valor comandadas por empresas transacionais nos termos sugeridos por Baldwin (2016), World Bank (2017), WTO (2013 e 2018), dentre outros. Tais empresas lideram o processo de inovação tecnológica, dominam os canais de comercialização, possuem as marcas mais valiosas e apresentam maior capacidade de financiamento, dentre outras características. A redistribuição espacial de suas operações faz com que a produção dos bens de maior conteúdo tecnológico e valor adicionado se concentre nas economias avançadas e nos principais países emergentes, onde também se localizam as suas respectivas matrizes. Por isso mesmo, verifica-se o predomínio do comércio intraindustrial. Adicionalmente, e em decorrência destas características, nos apoiamos nos resultados de Imbs e Warcziag (2003) para sugerir que deve haver uma relação não linear entre os padrões de comércio por intensidade tecnológica e o ICE.

Até onde é do nosso conhecimento tal pesquisa se reveste em contribuição potencialmente original. Para atingir nossos objetivos, iniciamos com uma breve revisão da literatura que se debruça sobre os determinantes do ICE (seção 2). Na sequência, a seção 3 apresenta o referencial metodológico, que se baseia na utilização de modelos em dados de painel com a estrutura proposta por Hausman-Taylor (1981) e os modelos com variáveis instrumentais a partir do Método de Momentos Generalizados. Também são introduzidos os critérios de agregação setorial, a forma de cálculo do comércio intraindustrial, as variáveis de interesse e controle e suas respectivas fontes. A seção 4 mostra os resultados dos nossos exercícios. Seguem as considerações finais.

2. Revisão da Literatura: complexidade econômica, mensuração e determinantes.

O Índice de Complexidade Econômica (ICE), originalmente desenvolvido por Hidalgo e Hausmann (2009) e Hausman *et al.* (2011), tem sido utilizado com frequência na literatura contemporânea que trata dos determinantes e das características do processo de desenvolvimento econômico. Em especial, as pesquisas associam o ICE com a robustez e a duração dos ciclos de crescimento, a questão da sofisticação do mercado de trabalho, o perfil de inserção nas cadeias globais de valor, os níveis de desenvolvimento humano, as características de distribuição da renda, dentre outros aspectos. Com isso, a complexidade econômica emerge como uma variável explicativa robusta sobre a intensidade e a qualidade das trajetórias

⁵ Ver IMF (2015, capítulo 5), Hausman *et al.* (2011), Unctad (2016) e Gala *et al.* (2018).

de expansão (Cheng *et al.*, 2015; Ertan Özgüzer; Oğuş-Binatli, 2016; Hartmann *et al.*, 2017; Zhu; Li, 2017; Ferraz *et al.*, 2018; Gala *et al.*, 2018).

Por outro lado, é menos difundida a literatura que busca explicar os determinantes da complexidade econômica, especialmente no que tange aos aspectos relacionados com os padrões de comércio internacional⁶. Há, de fato, estudos que sugerem ser o ICE determinado por variáveis como qualidade da infraestrutura, tarifas médias, taxa de matrícula no ensino médio ou superior, Índice de Gini da desigualdade de renda, proporção de empregos sofisticados na indústria e serviços no total de trabalhadores empregados, para citar algumas. Em termos metodológicos, as abordagens são bastante distintas, utilizando dados em painel, *cross-section* etc. (Erkan; Yildirimci, 2015; Ding; Hadzi-Vaskov, 2017; Azam, 2017; Alencar *et al.*, 2018; Lara-Rodríguez; Furtado; Altimiras-Martin, 2018; Gala *et al.*, 2018; Lapatinas; Litina, 2018; Lapatinas, 2018).

Erkan e Yildirimci (2015) exploraram a relação entre competitividade das exportações e ICE, ao analisar as vendas externas da Turquia, em um primeiro momento; e a relação entre tais dimensões em uma regressão de corte transversal (*cross-section*), através do estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para o ano de 2012, com uma amostra de 110 países. Para tanto, utilizaram o ICE como variável dependente, além de sete variáveis independentes (sofisticação empresarial, ensino superior e treinamento, infraestrutura, inovação, índice de desempenho logístico, prontidão tecnológica, amplitude da cadeia de valor). Os resultados sugerem que o ICE é muito afetado pelo índice de desempenho logístico (coeficiente 0,99). Isso significa que os produtos exportados pelos países com alto desempenho logístico são mais complexos. Além disso, quando os países aumentam seus investimentos e dão mais importância à logística, a diversificação de produtos e mercados na exportação também aumenta. Além disso, o ICE também é bastante afetado pela amplitude da cadeia global de valor (coeficiente de 0,56) e ensino superior e treinamento (coeficiente de 0,52).

O estudo de Ding e Hadzi-Vaskov (2017) analisa a composição do comércio de mercadorias na América Latina e no Caribe (ALC) em quatro dimensões principais: vantagem comparativa revelada, complexidade dos produtos exportados (ICE), níveis de sofisticação e diversificação das exportações. Depois de descrever alguns padrões-chave de comércio ao longo do último meio século, eles comparam os resultados da ALC com outras regiões. Além disso, o estudo investiga como a qualidade da infraestrutura, a educação e os níveis tarifários afetam a composição das exportações.

A metodologia empregada foi de dados em painel, gerando quatro modelos distintos na variável dependente: no primeiro, o ICE; no segundo, a concentração produtiva; no terceiro, a sofisticação da economia; e no quarto, Índice de Vantagem Comparativa Revelada. As variáveis de controle utilizadas em todos os modelos foram: qualidade da infraestrutura, tarifas médias, taxa de matrícula no ensino médio ou superior e Índice de Gini da desigualdade de renda. O período analisado compreende meio século (1962-2013). Todos os modelos foram estimados por dois procedimentos econométricos de dados em painel: estimador de efeito fixo e estimador com variáveis instrumentais. O estimador de variáveis instrumentais permitiu a instrumentalização de variáveis explanatórias potencialmente endógenas. Dada a variabilidade limitada ao longo do tempo e a importância da variação entre os países para as questões que os autores buscaram investigar, foi estimado um painel que consiste em médias de cinco anos não sobrepostas, bem como um corte transversal que contém médias para todas as variáveis. Os resultados de Ding e Hadzi-Vaskov (2017), tanto com o estimador de efeito fixo, quanto com o uso de variáveis instrumentais, convergem com os de Erkan e Yildirimci (2015). Ou seja, melhor qualidade de infraestrutura, tarifas mais baixas, maiores taxas de matrículas e menor desigualdade social estão associadas a maiores níveis de complexidade econômica.

Sob uma perspectiva diferente, Azam (2017) analisou a relação entre habilidades cognitivas nacionais e produção inovadora usando dados de 124 países do mundo de 2010 a 2014. O autor empregou

⁶ A consulta às bases de dados do Portal de Periódicos da Capes, Google Acadêmico e Science Direct para o período 2015-2019 gerou um retorno de 1.366 itens tendo como palavras-chave de busca “economic complexity index”, “intra-industry trade” e “international trade”.

os escores de quociente de inteligência (QI) entre países tradicionalmente usados pela literatura psicológica para representar a inteligência nacional e o ICE como uma medida de inovação. O método adotado foi de dados em painel, por dois estimadores: MQO e variáveis instrumentais. Este último utilizado devido a uma possível endogeneidade, pois a variável que mede a inteligência e a variável correspondente à inovação podem estar correlacionadas com uma terceira variável não observada e, portanto, não incluída no modelo.

O ICE foi definido como variável dependente, enquanto as seguintes variáveis foram definidas como independentes: escores de QI, média dos anos de educação, atividade de pesquisa e desenvolvimento, PIB *per capita*, densidade populacional, índice de abertura comercial, estoque de investimento estrangeiro direto e uma *proxy* de democracia (média dos índices de liberdade civis e política). Dentre as variáveis explicativas, a variável de interesse é a que se refere aos escores de QI. Os resultados apontam que países com maiores níveis de QI exportam produtos mais sofisticados e diversificados para o mercado mundial. Isto sugere que os países em desenvolvimento devem considerar investir em capital humano e instituições relacionadas, se quiserem aumentar as capacidades inovadoras e subir a escada tecnológica na produção e exportação de produtos sofisticados. Para Azam (2017), isso deve trazer uma maior diversidade econômica, o que poderia ser uma alavanca correta na mitigação de choques externos negativos.

Alencar *et al.* (2018) usam a metodologia da complexidade para verificar a relação entre as diferenças no PIB *per capita* de Argentina, Brasil, Chile e México e as diferenças nas estruturas produtivas e comerciais. No recorte temporal de 1962 a 2016, apresentam, para alguns anos, os índices de Vantagem Comparativa Revelada (VCR) – desagregados nos setores tecnológicos: produtos primários, manufaturados baseados em produtos primários, de baixa tecnologia, de média tecnologia, de alta tecnologia e outros manufaturados –, relações de espaço de produto e o ICE dos países selecionados.

A partir da observação dos dados, os autores analisam que os quatro países apresentaram aumento da diversificação produtiva no período, ainda que não tenha sido notável uma substancial mudança estrutural em prol de setores com mais alta tecnologia. A maior parte da diversificação concentrou-se em produtos primários ou em manufaturados baseados em produtos primários. Decorreu disso que os países em geral acentuaram seu perfil agroexportador. Uma situação distinta ocorreu em relação ao México, pois o país mostrou considerável aumento na VCR de manufaturas de média e alta tecnologia. Contudo, os autores advertem para o efeito das “maquiladoras”, o que por si pode não configurar um aumento real da complexidade econômica.

Outro estudo com recorte latino-americano é o de Lara-Rodríguez *et al.* (2018), que busca examinar, por meio de comparação entre as principais economias, o papel dos respectivos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). Os autores partem da perspectiva de que o gasto em P&D como percentual do PIB está relacionado ao ICE de cada país. Logo, a um SNI pouco dinâmico atribui-se a menor capacidade de desenvolvimento e produção de produtos complexos. Já Gala *et al.* (2018) utilizam o ICE como *proxy* do desenvolvimento tecnológico e a metodologia da matriz insumo-produto para aferir a importância da criação de empregos sofisticados nos países. Para tal, elaboram dois painéis de dados e aplicam o estimador MGM com instrumentos propostos por Blundell e Bond (1998). Em consideração a 35 países, nos anos 1995, 2000, 2005 e 2010, uma primeira equação usa o ICE como variável dependente e a participação de empregos industriais e em serviços sofisticados no total de empregos como variável de interesse. Com efeito, verifica-se que, no longo prazo, um aumento de dez pontos percentuais nos empregos sofisticados se relaciona a um aumento de 0,674 a 0,815 no ICE.

No segundo painel, considerando a agregação em dez setores de atividade em 32 países, no período de 1970 a 2010, a equação usa o ICE como variável dependente e faz distinção entre (1) a participação de empregos em serviços sofisticados e (2) a participação de empregos industriais no total de empregos como variáveis explanatórias. Assim, os autores concluem que serviços sofisticados têm maior impacto de longo prazo do que empregos industriais: um aumento de dez pontos percentuais para os primeiros corresponde a um aumento de 1,48 no ICE, enquanto que um aumento igual nos últimos corresponderia a 0,492 no ICE.

Em seu trabalho, Lapatinas e Litina (2018) quantificaram a relação entre inteligência e sofisticação. Os autores estabeleceram empiricamente que a inteligência coletiva está relacionada a um espaço de produto mais sofisticado e que, além de ter um efeito positivo direto sobre o crescimento econômico, a

inteligência tem um efeito benéfico indireto sobre o crescimento de um país. Para esta análise, é utilizado um modelo de corte transversal com estimador de MQO robusto, a fim de corrigir a heterocedasticidade. Na equação, o ICE, variável explanatória, é tida como *proxy* de sofisticação da estrutura de exportação dos 108 países de sua amostra para o ano de 2010. Os resultados apontam que países com quocientes intelectuais altos produzem e exportam produtos mais sofisticados/complexos. Este padrão é reforçado pela qualidade da democracia.

Lapatinas (2019) estuda o efeito da internet na sofisticação econômica. A internet é medida como a porcentagem de indivíduos que usam a internet na população total. O ICE é usado como *proxy* da sofisticação. A análise considerou 100 países no período de 2004-2015. A abordagem metodológica adotada foi de dados em painel dinâmico, utilizando o estimador do Método de Momentos Generalizados (GMM) proposto por Arellano e Bond (1991). Nesta abordagem, o ECI foi tomado como variável dependente. Já como variáveis explicativas foram consideradas: o ECI defasado, a porcentagem de indivíduos que usam a internet na população total, PIB *per capita*, a densidade populacional, os indivíduos matriculados no ensino médio, os gastos do governo nas compras de bens e serviços como proporção do PIB, a formação bruta de capital fixo como proporção do PIB, a taxa de inflação e o valor adicionado da agricultura. Os resultados indicaram que a internet tem um efeito positivo na sofisticação econômica e, portanto, no ICE.

Em síntese, as revisões teóricas de Alencar *et al.* (2018) e Lara-Rodríguez *et al.* (2018), assim como os trabalhos aplicados de Erkan e Yildirimci (2015), Ding e Hadzi-Vaskov (2017), Azam (2017), Gala *et al.* (2018), Lapatinas e Litina (2018) e Lapatinas (2019) abordaram o ICE como uma variável dependente de suas análises, e buscam explicá-la através de variáveis como qualidade da infraestrutura, tarifas médias, taxa de matrícula no ensino médio ou superior, Índice de Gini da desigualdade de renda, proporção de empregos sofisticados na indústria e serviços no total de trabalhadores empregados, dentre outras. Entretanto, não avaliaram a mensuração do ICE a partir dos efeitos do comércio internacional e sua integração, assim, não realizaram uma avaliação sob a perspectiva do comércio intraindústria por padrão tecnológico, o qual é o objetivo deste artigo e que será discutido a seguir.

3. Comércio Intraindustrial e Complexidade Econômica: Metodologia, Indicadores e Dados

3.1 Aspectos Metodológicos

Para avaliar a relação entre ICE e comércio intraindústria por padrão tecnológico o presente trabalho utiliza modelos em dados de painel, a partir da proposta de Hausman-Taylor (1981) e modelos com variáveis instrumentais, considerando o estimador do Método de Momentos Generalizados em 2 estágios (IV-GMM)⁷. Entre um conjunto de vantagens da utilização de dados em painel, destaca-se a qualidade de estabelecer comportamento heterogêneo nas unidades de corte do modelo a ser estimado. Faz-se importante, acima de tudo, uma correta identificação desse comportamento. Nesse sentido, a heterogeneidade pode encontrar-se nos parâmetros da regressão ou no interior dos resíduos. Com isso, é possível definir a estrutura básica de modelos de dados em painel da seguinte maneira:

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot X_{it} + v_{it} \quad (1)$$

$$v_{it} = \mu_i + u_{it} \quad (2)$$

Onde (Equação 1 e 2), “*i*” indica o país e “*t*” define o tempo, Y_{it} representa a variável dependente do modelo estatístico a ser estimado, medida e “*i*” e “*t*”; o componente X_{it} estabelece um vetor de variáveis

⁷ Salienta-se, todavia, que a especificação estatística proposta por Hausman-Taylor utiliza-se, basicamente, do estimador aplicado nos modelos de dados em painel de Efeito Aleatório.

independentes desse modelo, medidas em “ i ” e “ t ”; v_{it} retrata o “resíduo não observado” estimado, sendo μ_i caracterizado por um efeito individual e fixo ou, então, aleatório; já u_{it} representa o resíduo.

A definição do efeito individual (μ_i) fixo ou aleatório estabelece a distinção entre os modelos de dados em de Efeito Fixo ou Efeito Aleatório. Por sua vez, a individualidade dos modelos de dados em painel de Efeito Fixo está no componente μ_i de cada *cross-section*, o qual manifesta uma correlação com uma ou mais variáveis explicativas inseridas na estrutura a ser estimada, ou seja, $E(X_{it}\mu_i) \neq 0^8$, estabelecendo o problema da endogenia no modelo a ser estimado. A estratégia estatisticamente eficiente é estimar μ_i como um parâmetro individualizado a cada unidade de corte. Chega-se, por consequência, a seguinte expressão:

$$Y_{it} = (\alpha + \mu_i) + \beta \cdot X_{it} + u_{it} \quad (3)$$

Em modelos de efeito aleatório, o termo $\mu_i + u_{it}$ caracteriza a estrutura de um erro composto, como descrito nas equações 1 e 2. Essa estrutura, no entanto, apresenta uma correlação residual ao longo do tempo, associada, fundamentalmente, ao efeito individual μ_i . Dessa forma, não se observa uma correlação entre μ_i e X_{it} , como nos modelos de efeito fixo, definindo, então, que $E(X_{it}\mu_i) = 0^9$.

É importante apontar que os modelos de efeito fixo (equação 3) acabam por capturar os efeitos específicos que não variam no tempo de um particular indivíduo no componente μ_i , tornando-o mais um parâmetro a ser estimado. Tem-se claro, portanto, que não se pode adicionar variáveis que não se alterem substancialmente no tempo entre as variáveis independentes do modelo sugerido, pois, isso possibilitaria a presença de multicolinearidade perfeita entre essas variáveis e o Efeito Fixo. Todavia, a estrutura estatística de modelos de dados em painel de Efeito Aleatório permite definir, entre os regressores, variáveis que se não se alteram de forma significativa ao longo do tempo.

Para suplantar a restrição imposta pelos modelos de dados em painel de Efeito Fixo, a especificação de Hausman-Taylor (1981) permite estimar os impactos das variáveis que não se alteram no tempo em modelos de dados em painel, controlando o problema da endogenia ($E(X_{it}\mu_i) \neq 0$)¹⁰. Ou seja:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 \cdot X_{1it} + \beta_2 \cdot X_{2it} + \gamma_1 \cdot W_{1i} + \gamma_2 \cdot W_{2i} + \mu_i + u_{it} \quad (4)$$

Onde os regressores com subscrito 1 não são correlacionados nem com μ_i e nem com u_{it} e os regressores com subscrito 2 são correlacionados com μ_i e não correlacionados com u_{it} . Ademais, W estabelece os vetores de variáveis que não se alteram no tempo, sendo que, X caracteriza os vetores de variáveis que apresenta mudanças em “ i ” e “ t ”. Quanto aos vetores X_{1it} e X_{2it} , utilizou-se a proposta de Baltagi, Bresson e Pirotte (2003) para definir as variáveis que devem ser instrumentalizadas. Ademais, o estimador de Hausman-Taylor (1981) impõe que (i) μ_i seja randômico; (ii) existam variáveis endógenas e exógenas que se alteram no tempo e variáveis endógenas e exógenas fixas no tempo; (iii) o número de variáveis exógenas que se alteram no tempo deve ser maior ou igual ao número de variáveis fixas no tempo tratadas como endógenas¹¹.

Salienta-se, no entanto, que a fonte da endogenia nos modelos de dados em painel pode ter origem na relação entre X_{it} e u_{it} , resultando $E(X_{it}u_{it}) \neq 0$. Com objetivo de controlar essa endogenia, propõe-se o estimador IV-GMM¹². No que tange a esse estimador, é necessário a definição entre Efeito Fixo ou Efeito Aleatório, especificando modelos com configurações próximas das equações (1) e (2) ou (3). Com isso,

⁸ É interessante salientar que essa correlação entre μ_i e qualquer variável em X_{it} é comum em modelos de macropainéis.

⁹ Detalhes em Hsiao (2003), Arellano (2003) e Baltagi (2005).

¹⁰ A escolha entre modelos de dados em painel de Efeito Fixo, Efeito Aleatório ou Hausman-Taylor é apresentado por Baltagi, Bresson e Pirotte (2003)

¹¹ Para a especificação dos instrumentos utilizados, ver Hausman-Taylor (1981).

¹² A concepção básica do método dos momentos é estabelecer que os momentos amostrais estimam os momentos da população. Assim, é possível chegar aos parâmetros de interesse. Para maiores detalhes ver Wooldridge (2010) capítulo 8.

esse trabalho apresentará os resultados baseados em dois tipos de estimadores: (i) Hausman-Taylor; e (ii) IV-GMM.

3.2 Dados, Agregações Setoriais e Indicador de Comércio Intraindustrial

Para a composição da amostra, os países foram listados de acordo com o valor das exportações totais em dólares reportadas no ano de 2016, dado disponível no *UN Comtrade*. Inicialmente, selecionaram-se os principais exportadores: 57 países que corresponderam a 96,7% das exportações mundiais. A partir deste recorte inicial foram excluídos sete *hubs* de comércio e ilhas, a saber¹³: Hong Kong, Holanda, Bélgica, Singapura, Emirados Árabes Unidos, Dinamarca e Outros Ásia, não especificado em outra parte¹⁴. Ademais, foram desconsiderados por falta de informações: Arábia Saudita, Argélia, Catar, Iraque, Kuwait, Nigéria e Ucrânia. Assim, seguiu-se com os demais 43 países¹⁵, observados entre os anos de 2002 e 2016. Os dados coletados foram:

- Importações e exportações totais¹⁶ ($IM_{i,t}, EX_{i,t}$): reportadas por país, por ano e por produto no nível de desagregação de seis dígitos (SH6), disponíveis no *UN Comtrade*.
- Índice da Complexidade Econômica ($CE_{i,t}$): por país e por ano, elaborado e disponível no Observatório da Complexidade Econômica (*The Observatory of Economic Complexity – OEC*)¹⁷.
- Participação Percentual do Valor Adicionado da Indústria no PIB ($IND_{i,t}$): por país e por ano, disponível no *Euromonitor International*.
- Formação Bruta de Capital Fixo como Percentual do PIB ($INV_{i,t}$): por país e por ano, a fonte foi o Banco Mundial (World Bank).
- PIB por pessoa empregada ($PROD_{i,t}$): por país e por ano, em US\$ 2001 PPC, disponível no Banco Mundial (World Bank).
- Gasto em P&D como Percentual do PIB ($INOV_{i,t}$): por país e por ano, fonte de dados brutos foi o *Euromonitor International*.
- Número médio de anos completos de educação da população com 25 anos ou mais (CH_i): por país e por ano, disponível na base de dados *Unesco Institute For Statistics – UIS*. Essa variável não se altera de forma significativa ao longo do tempo, razão pela qual se optou por utilizar a média para os anos do período da amostra proposta. Com efeito, CH_i será tratada como variável independente somente no exercício estatístico que utiliza o estimador de Hausman-Taylor.
- Qualidade da Infraestrutura (INF_i): por país e por ano, disponível na base de dados do *World Economic Forum*, a variável é definida como o segundo pilar de competitividade. Destaca-se que, assim como a variável CH_i , a Qualidade da Infraestrutura não se altera de modo significativo ao longo do tempo, assim, optou-se por utilizar a média para os anos do período da amostra proposta. A variável INF_i será tratada como variável explicativa apenas no exercício estatístico que utiliza o estimador de Hausman-Taylor.
- Comércio Intraindustrial por Classificação Tecnológica Pavitt (1) Produtos Intensivos em P&D ($ICI_{i,t}^{PD}$); (2) Produtos de Fornecedores Especializados ($ICI_{i,t}^{FE}$); (3) Produtos Intensivos

¹³ A exclusão desses tipos de países torna-se importante devido a possível distorção entre o local da produção e o local das exportações.

¹⁴ Originalmente *Other Asia, nes*

¹⁵ Para a lista de países, ver Apêndice A.

¹⁶ As importações foram usadas na construção do índice de comércio intraindustrial. Já as exportações entram como variável de controle nos modelos estimados.

¹⁷ Para maiores detalhes ver: Hausmann e Hidalgo (2011), Simoes e Hidalgo (2011) e Hausmann *et al.* (2011).

em Escala ($ICI_{i,t}^{ES}$); (4) Produtos Intensivos em Trabalho ($ICI_{i,t}^{MO}$): por país, por ano e por padrão tecnológico, a fonte de dados brutos para construção da agregação foi o *UN Comtrade*¹⁸.

Destaca-se que entre as variáveis listadas, $EX_{i,t}$, $CE_{i,t}$, $PROD_{i,t}$, $ICI_{i,t}^{PD}$, $ICI_{i,t}^{FE}$, $ICI_{i,t}^{ES}$, $ICI_{i,t}^{MO}$, INF_i são tratadas em logaritmos. Já as variáveis $IND_{i,t}$, $INV_{i,t}$ e $INOV_{i,t}$ representam uma relação com o PIB. Por fim, CH_i é definida em número de anos. A escolha das variáveis foi baseada na revisão teórica e nos trabalhos aplicados¹⁹ que tiveram como variável de interesse o índice de complexidade. Lembra-se, ainda, que a relação relevante do trabalho aqui apresentado é entre o comércio intraindustrial e o índice de complexidade. Nesse sentido, todas as outras variáveis compõem um vetor de controle.

A análise do comércio intraindustrial se dará a partir da agregação setorial por padrão tecnológico sugerida originalmente por Pavitt (1984) e adaptada por Guerrieri (1991 e 1998). São considerados seis agrupamentos: (i) Produtos Primários; (ii) Produtos Intensivos em Recurso Naturais; (iii) Intensivos em Trabalho; (iv) Intensivos em Escala; (v) Fornecedores Especializados; e (vi) Intensivos em Pesquisa e Desenvolvimento. Para o exercício econométrico proposto nesse trabalho irá considerar apenas os padrões tecnológicos do (iii) até (vi), tendo em vista sua conexão estreita com a própria definição de complexidade econômica, conforme explicitado no quadro 1.

Quadro 1: Classificação Pavitt, setores correspondentes e número de SH6

Classificação Pavitt	Setores correspondentes	Nº de SH6 na categoria
Intensivos em trabalho	Bens industriais de consumo não duráveis tradicionais, tais como têxtil, confecções, couro e calçado, cerâmico, produtos básicos de metais, entre outros.	1.559
Intensivos em economias de escala	Indústria automobilística, siderúrgica e eletrônicos de consumo.	1.353
Fornecedores especializados	Bens de capital sob encomenda e equipamentos de engenharia.	714
Intensivos em P&D	Setores de química fina (produtos farmacêuticos, por exemplo), componentes eletrônicos, telecomunicação e indústria aeroespacial.	633

Fonte: elaboração própria a partir de Pavitt (1984) e Holland e Xavier (2004).

A construção do índice de comércio intraindustrial (ICI) parte da definição original Grubel e Lloyd (2003)²⁰. Para esses autores, o índice pode ser usado para qualquer nível de agregação de produtos. É aplicável, também, para o comércio do país com um só parceiro, do país com um grupo de parceiros, ou mesmo para o comércio do país com o mundo. Para facilitar comparações entre setores e países ao longo do tempo, é possível definir o volume de comércio intraindústria como percentual do comércio total. Assim, chega-se à seguinte expressão:

$$ICI_{j,i,t} = \frac{(X_{j,i,t} + M_{j,i,t}) - |X_{j,i,t} - M_{j,i,t}|}{(X_{j,i,t} + M_{j,i,t})} \quad (5)$$

Onde: “j” representa as categorias baseadas na taxonomia de Pavitt, “i” indica o país²¹ e “t” o tempo. São definidos quatro diferentes índices para a relação de comércio do país com o mundo nos anos

¹⁸ Os detalhes da escolha do padrão tecnológico e do índice de comércio intraindustrial serão apresentados na próxima subseção.

¹⁹ Para detalhes, ver as abordagens teóricas de Alencar *et al.* (2018); Lara-Rodríguez, Furtado e Altamiras-Martin (2018) e as aplicações de Erkan e Yildirimci (2015); Ding e Hadzi-Vaskov (2017); Azam (2017); Gala *et al.* (2018); Lapatinas e Litina (2018) e Lapatinas (2019).

²⁰ Originalmente publicado em 1971.

²¹ O índice de comércio intraindustrial é medido em termos de relações comerciais com o mundo.

estudados, estabelecendo quatro modelos a serem estimados. Lembra-se, ainda, que a variável dependente dos modelos propostos é o índice de complexidade da pauta total dos países²². Com isso, os resultados estatísticos indicarão o tipo de integração comercial, delineado por padrão tecnológico, que influencia no índice de complexidade total da pauta dos países em análise.

4. Resultados das Estimativas e Discussão

O primeiro passo da análise empírica foi a realização dos testes de raiz unitária, cointegração e de ajustes dos resíduos estimados dos quatro modelos propostos. Em relação aos testes de raiz unitária, foram utilizadas três propostas: (1) Im-Pesaran-Shin; (2) Levin-Lin-Chu; e (3) Harris-Tzavalis. Ao se considerar a abordagem de Levin-Lin-Chu todas as variáveis se comportam de forma estacionária, ao nível de significância de 5%, com exceção de $INOV_{i,t}$. Já $IND_{i,t}$ e $PROD_{i,t}$ são consideradas não estacionárias, ao nível de significância de 10%, pela estatística de Im-Pesaran-Shin. Por sua vez, ao se utilizar o teste de Harris-Tzavalis, apenas as variáveis $CE_{i,t}$, $ICI_{i,t}^{PD}$ e $ICI_{i,t}^{FE}$ são estacionárias. Com isso, torna-se necessário aplicar um teste de cointegração. Ao se considerar as duas abordagens especificadas (Kao e Pedroni), é possível afirmar que as variáveis utilizadas são cointegradas nos quatro modelos sugeridos, independente do teste e a um nível de significância de 1%. Os resultados estão reportados no Apêndice B.

No que tange ao ajuste dos resíduos, nota-se, nas estatísticas apresentadas na Tabela 1, a presença de autocorrelação e heterocedasticidade nos quatro modelos propostos. Além disso, todos os modelos foram estabelecidos como de Efeito Fixo. Com isso, a estrutura utilizada para os modelos IV-GMM será de Efeito Fixo, seguindo a equação (3). Salienta-se, ainda, a necessidade do teste de heterocedasticidade para Efeito Aleatório, pois, ao se aplicar a estrutura proposta por Hausman-Taylor, emprega-se o estimador de Mínimos Quadrados Generalizados, o mesmo do usado no Efeito Aleatório.

Tabela 1 – Testes de Hausman (Efeito Fixo vs Aleatório), autocorrelação e heterocedasticidade

Teste	Intensivo em P&D	Fornecedores especializados	Intensivo em escala	Intensivo em trabalho
Teste de Hausman Efeito Fixo vs Aleatório	χ^2 (7) 44,07***	χ^2 (7) 56,54***	χ^2 (7) 57,01***	χ^2 (7) 50,97***
Teste de Wooldridge para autocorrelação em modelos de dados em painel	F(1, 42) 27,768***	F(1, 42) 44,247***	F(1, 42) 35,181***	F(1, 42) 16,390***
Teste de Wald modificado para heterocedasticidade em modelos de dados em painel de efeito fixo	χ^2 (43) 4404,53***	χ^2 (43) 9982,27***	χ^2 (43) 5929,80***	χ^2 (43) 12022,20***
Teste de Razão de Máximo Verossimilhança para heterogeneidade em modelos de dados em painel de efeito aleatório	χ^2 (43) 702,01***	χ^2 (43) 611,91***	χ^2 (43) 730,97***	χ^2 (43) 660,53***

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Fonte: elaboração própria a partir do software Stata 15.1.

A Tabela 2 identifica a distribuição das variáveis endógenas e exógenas que apresentam alterações nas dimensões “i” e “t” para o modelo de Hausman-Taylor²³. Ou seja, definiu-se as variáveis que compõem

²² Essa opção é estabelecida pela não disponibilidade do índice de complexidade por produto.

²³ Lembra-se, como já salientado anteriormente, que a forma de identificação dessas variáveis teve como base Baltagi, Bresson e Pirote (2003).

os vetores X_{1it} e X_{2it} da equação (4). Com isso, ao se considerar um nível de significância de 10%, o vetor X_{1it} será composto pelas seguintes variáveis: $IND_{i,t}$; $INV_{i,t}$; $ICI_{i,t}^{ES}$; e $ICI_{i,t}^{MO}$. Já o vetor X_{2it} caracteriza-se pelas seguintes variáveis: $EX_{i,t}$; $PROD_{i,t}$; $INOV_{i,t}$; $ICI_{i,t}^{PD}$; e $ICI_{i,t}^{FE}$. Em relação as variáveis que se alteram, apenas, na dimensão “i”, especificou-se como exógena INF_i e endógena CH_i . Assim, o vetor W_{1i} terá a presença de INF_i e o vetor W_{2i} contém a CH_i .

Tabela 2 - Testes de Hausman para endogenia (Efeito Fixo vs Efeito Aleatório)

Variáveis	Estatística χ^2
$EX_{i,t}$	20,74***
$IND_{i,t}$	0,07
$INV_{i,t}$	0,30
$PROD_{i,t}$	20,58***
$INOV_{i,t}$	18,78***
$ICI_{i,t}^{PD}$	25,55***
$ICI_{i,t}^{FE}$	36,99***
$ICI_{i,t}^{ES}$	2,14
$ICI_{i,t}^{MO}$	5,23*

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Fonte: elaboração própria a partir do software Stata 15.1.

Como já definido, anteriormente, caracteriza-se, além do estimador de Hausman-Taylor, o estimador IV-GMM de Efeito Fixo, os dois estimadores com resíduos robustos clusterizados. Esse último estimador busca tratar da endogenia que tem origem na relação entre X_{it} e u_{it} , estabelecendo $E(X_{it}u_{it}) \neq 0$. Conclui-se, então, que a variável $EX_{i,t}$ é potencialmente endógena. Essa afirmação é corroborada por duas situações: (i) construção da variável $CE_{i,t}$: as informações utilizadas na definição do $CE_{i,t}$ partem das exportações do país, podendo gerar endogenia; e (ii) efeito causalidade reversa: não se pode afirmar, com segurança, se a relação de causalidade existente é de $EX_{i,t}$ no sentido de $CE_{i,t}$, ou ao contrário. Com isso, a variável a ser instrumentalizada, no vetor X_{it} da equação (3), considerando um estimador IV-GMM de Efeito Fixo, será $EX_{i,t}$ ²⁴. Lembra-se que a decisão de manter as outras variáveis que constituem esse vetor como exógenas seguem as propostas de Erkan e Yildirimci (2015), Ding e Hadzi-Vaskov (2017), Azam (2017), Lapatinas e Litina (2018) e Lapatinas (2019). Além disso, aponta-se como hipótese a existência de uma relação quadrática entre o comércio intraindustrial e a complexidade das exportações. Essa hipótese fundamenta-se na ideia de que não seria qualquer grau de integração produtiva que geraria ganhos de complexidade nas exportações. Assim, espera-se uma relação quadrática com um ponto de mínimo.

A Tabela 3 assinala os resultados estatísticos dos quatro modelos propostos, considerando o estimador de Hausman-Taylor e IV-GMM de Efeito Fixo, com resíduos robustos clusterizados. No que se refere à validade dos instrumentos, ao nível de significância de 5%, os quatro modelos apresentam instrumentos válidos, tanto pelo estimador de Hausman-Taylor quanto pelo estimador IV-GMM de Efeito Fixo. É possível notar, ainda, que as variáveis que não se alteram no tempo (INF_i e CH_i) não são estatisticamente significativas nos quatro modelos. Apenas INF_i é estatisticamente significativa, ao nível de significância de 10%, no modelo Intensivo em Trabalho. A partir desse resultado e da não possibilidade de controle da endogenia das $EX_{i,t}$, optou-se por considerar apenas os resultados do estimador IV-GMM de Efeito Fixo.

²⁴ Os instrumentos empregados na equação de 1º estágio é a própria variável a ser instrumentalizada e o Produto de Interno Bruto do país, sendo que, as defasagens utilizadas nesses instrumentos aproximam-se da proposta de Ding e Hadzi-Vaskov (2017).

Em relação aos parâmetros estimados das variáveis de controle ($EX_{i,t}$; $IND_{i,t}$; $INV_{i,t}$; $PROD_{i,t}$; e $INOV_{i,t}$), considerando o estimador IV-GMM de Efeito Fixo, é possível afirmar que se chegou aos resultados esperados pela literatura teórica e empírica²⁵ nos quatro modelos propostos. Todos os parâmetros se tornaram significativos estatisticamente, ao nível de significância de 10%, com exceção de $IND_{i,t}$ no modelo Intensivo em Escala. Além disso, as dimensões desses parâmetros estimados aproximaram-se, quando os quatro modelos são comparados. Este resultado acaba por corroborar na robustez das estimativas. Não obstante essas estatísticas estimadas, chama atenção a relação estatística encontrada entre $CE_{i,t}$ e $EX_{i,t}$, onde grandes valores exportados não definem maior complexidade da pauta. Esse resultado estatístico estaria associado à dimensão econômica dos países. Ou seja, mesmo as menores economias teriam a capacidade de exportar produtos complexos.

²⁵ Ver as abordagens teóricas de Alencar et al. (2018), Lara-Rodríguez, Furtado e Altimiras-Martin (2018) e as aplicações de Erkan e Yildirimci (2015), Ding e Hadzi-Vaskov (2017), Azam (2017) e Gala et al. (2018).

Tabela 3 – Estatísticas Estimadas para os Estimadores Hausman-Taylor e IV-GMM de Efeito Fixo – Resíduos Robustos Clusterizados

Variáveis	Intensivo em P&D		Fornecedores Especializados		Intensivo em Escala		Intensivo em Trabalho	
	Hausman-Taylor	IV-GMM	Hausman-Taylor	IV-GMM	Hausman-Taylor	IV-GMM	Hausman-Taylor	IV-GMM
$CE_{i,t}$								
$EX_{i,t}$	-0,0669744***	-0,183468***	-0,0741992***	-0,1492542***	-0,0820763***	-0,1443504***	-0,058313**	-0,159651***
$IND_{i,t}$	0,0144124***	0,0077356**	0,0140402***	0,0052169**	0,0138954***	0,003098	0,0152379***	0,0071278**
$INV_{i,t}$	0,0062423**	0,0080793***	0,0060811*	0,0060148***	0,0050911	0,0045025**	0,001316	0,0035757*
$PROD_{i,t}$	0,1242745	0,1672438**	0,2105852**	0,1785468**	0,1676519**	0,1748305**	0,1990658**	0,2465718***
$INOV_{i,t}$	0,0811767***	0,1046162***	0,0766576***	0,0949798***	0,0824732***	0,0889106***	0,0614315**	0,0862682***
CH_i	0,0618689	-	0,0122867	-	0,0051205	-	-0,0101286	-
INF_i	0,1124907	-	0,2605831	-	0,5809286	-	0,5940125*	-
$ICI_{i,t}^{PD}$	0,1979879*	0,243421***	-	-	-	-	-	-
$(ICI_{i,t}^{PD})^2$	0,0451788	0,0553021**	-	-	-	-	-	-
$ICI_{i,t}^{FE}$	-	-	0,2396426***	0,233733***	-	-	-	-
$(ICI_{i,t}^{FE})^2$	-	-	0,0571251	0,094781***	-	-	-	-
$ICI_{i,t}^{ES}$	-	-	-	-	-0,2459306**	-0,0057937	-	-
$(ICI_{i,t}^{ES})^2$	-	-	-	-	-0,3288711***	-0,1509632	-	-
$ICI_{i,t}^{MO}$	-	-	-	-	-	-	0,0027985	0,0124491
$(ICI_{i,t}^{MO})^2$	-	-	-	-	-	-	-0,0577982	-0,0675932***
$_{cons}$	-1,310781**	-	-1,893811***	-	-1,90963***	-	-2,085872***	-
Sargan-Hansen ¹	χ^2 (1) 2,008 (0,1565)	-	χ^2 (3) 4,202 (0,2405)	-	χ^2 (3) 4,978 (0,1734)	-	χ^2 (3) 4,453 (0,2165)	-
Teste de Hansen ¹	-	χ^2 (5) 9,741 (0,0829)	-	χ^2 (8) 14,355 (0,0730)	-	χ^2 (7) 12,948 (0,0734)	-	χ^2 (7) 5,655 (0,3413)
Relação quadrática	Hausman-Taylor	GMM2	Hausman-Taylor	GMM2	Hausman-Taylor	GMM2	Hausman-Taylor	GMM2
$[ICI_{i,t}^{PD} + (ICI_{i,t}^{PD})^2]$	0,2431666*	0,2987231***	-	-	-	-	-	-
$[ICI_{i,t}^{FE} + (ICI_{i,t}^{FE})^2]$	-	-	0,2967676***	0,328514***	-	-	-	-
$[ICI_{i,t}^{ES} + (ICI_{i,t}^{ES})^2]$	-	-	-	-	-0,5748017***	-0,1567568	-	-
$[ICI_{i,t}^{MO} + (ICI_{i,t}^{MO})^2]$	-	-	-	-	-	-	-0,0549996	-0,0551442

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

1. Refere-se à estatística calculada e ao p-valor, respetivamente.

Fonte: elaboração própria a partir do software Stata 15.1.

Ao se observar o comportamento das variáveis de interesse ($ICI_{i,t}^{PD}$; $ICI_{i,t}^{FE}$; $ICI_{i,t}^{ES}$; e $ICI_{i,t}^{MO}$), nota-se que a relação quadrática de comércio intraindustrial não foi estatisticamente significativa nos modelos “Intensivo em Escala” e “Trabalho”. Todavia, estas relações são significativas nos modelos “Intensivos em P&D” e “Fornecedores Especializados”. Salienta-se, ainda, que o resultado alcançado segue o padrão sugerido pela literatura teórica. Ou seja, a complexidade das exportações estaria associada aos produtos com padrões tecnológicos mais elevados. Assim, a partir da proposta de estratificação tecnológica sugerida neste trabalho, os setores “Intensivos em P&D” e “Fornecedores Especializados” se caracterizam por agregar produtos com maior conteúdo tecnológico do que os setores “Intensivos em Escala” e “Trabalho”.

No que tange ao formato da relação quadrática encontrada chegou-se ao resultado esperado. Isto é, definiu-se um ponto de mínimo nas relações entre $CE_{i,t}$ com $ICI_{i,t}^{PD}$ e $ICI_{i,t}^{FE}$. Com isso, o ponto de mínimo da relação entre $CE_{i,t}$ e $ICI_{i,t}^{PD}$ foi estimado em 0,111. Já na relação com $ICI_{i,t}^{FE}$ estimou-se um valor do índice do comércio intraindustrial de 0,291. Por consequência, tem-se duas situações importantes. A primeira, estabelece que não é necessário um elevado comércio intraindustrial (acima de 0,500) para se definir uma relação positiva entre a integração produtiva e a $CE_{i,t}$. A segunda diz respeito à comparação entre os modelos “Intensivo em P&D” e “Fornecedores Especializados”, pois é necessário um esforço menor em integração produtiva nos produtos com padrão tecnológico “Intensivo em P&D”, os quais apresentam conteúdo tecnológico maior que os “Fornecedores Especializados”.

Portanto, a partir dos resultados estatísticos encontrados pelo estimador IV-GMM de Efeito Fixo é possível definir que o comércio intraindustrial tem efeito na complexidade das exportações quando se estabelece estratos superiores de conteúdo tecnológico no produto. Ademais, observa-se que quanto maiores esses estratos, menor o esforço de integração produtiva necessário para resultados positivos na complexidade das exportações do país. Tais resultados se revelam como uma potencial contribuição à emergente literatura sobre a complexidade econômica, além de representar a abertura de uma agenda de pesquisa que permita avançar na compreensão das diferenças observadas entre os distintos agrupamentos setoriais.

5. Considerações Finais

A literatura sobre complexidade econômica identificou que as economias mais dinâmicas e com níveis de renda *per capita* mais elevados apresentam padrões de comércio caracterizados pela diversificação e sofisticação das exportações. A construção do ICE e do respectivo “Atlas da Complexidade Econômica” (Hausmann *et al.*, 2011) representa um importante avanço empírico e conceitual, além de permitir a aproximação de distintas agendas de pesquisa, especialmente aquelas que associam a mudança nas estruturas produtivas, tecnológicas e nos padrões de comércio com as características institucionais específicas que conformam as modernas economias de mercado (Williamson, 1985; North, 2005; Acemoglu e Robinson, 2012; Stiglitz *et al.*, 2014; Hodgson, 2015; Rodrik *et al.* 2017).

Os trabalhos revisados aqui sugerem que, por um lado, o ICE é uma variável robusta para explicar o crescimento de longo prazo, e, por outro, que os seus próprios determinantes estão associados às características institucionais de cada economia, a qualidade dos seus recursos humanos, os respectivos níveis de gasto em inovação tecnológica, dentre outros aspectos. Todavia, identificou-se uma eventual lacuna existente nos esforços prévios, na medida em que a relação entre o ICE e o comércio intraindustrial, definido este a partir dos padrões de intensidade tecnológica, não parece ter sido objeto de avaliação empírica. Tal aspecto merece atenção tendo em vista as transformações econômicas das últimas décadas, através das quais o poder de mercado, o controle das inovações tecnológicas, os canais de comércio, as fontes de financiamento etc., passaram a se concentrar nas empresas transacionais. Estas comandam as cadeias globais de valor e respondem por cerca de 2/3 do comércio global, com aparente predomínio do comércio intraindustrial. Seria de se esperar, portanto, que houvesse algum tipo de relação entre o ICE e os padrões de especialização e de comércio intraindustrial.

Os modelos estimados geraram resultados convergentes com as expectativas criadas pela literatura. Observou-se que o comércio intraindustrial é uma variável relevante para explicar o ICE em setores caracterizados pela maior sofisticação tecnológica. Ademais, tal relação é não linear. Até onde é do nosso conhecimento este viés de pesquisa e tais resultados não foram obtidos previamente. Com isso, abre-se a perspectiva de que futuros estudos esclareçam os diferentes padrões identificados aqui por meio da aplicação de metodologias alternativas, recortes temporais e amostras distintas ou mesmo pela introdução de outras variáveis de controle. Ademais, o avanço na compreensão de tais relações poderá contribuir para o desenvolvimento de análises mais robustas em termos normativos, algo que não foi feito no presente trabalho.

Referências Bibliográficas

- ACEMOGLU, D., ROBINSON, J. A. *Why Nations Fail: the origins of power, prosperity, and poverty*. Currency, 2012.
- ALENCAR, J. F. L. et al. Complexidade econômica e desenvolvimento: uma análise do caso latino-americano. **Novos Estudos**, São Paulo, v. 37, n.2, p. 247-271, 2018.
- ARELLANO, M.; BOND, S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **Oxford Journals**, v. 58, n. 2, p. 277-297, 1991.
- AZAM, S. A cross-country empirical test of cognitive abilities and innovation nexus. **International Journal of Educational Development**, v. 53, p. 128-136, 2017.
- BALDWIN, R. *The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization*. Harvard University Press, 2016.
- BALTAGI, B. H. *Econometric analysis of panel data*. 3. ed. England: John Wiley & Sons, 2005.
- BALTAGI, B. H.; BRESSON, G.; PIROTTE, A. Fixed effects, random effects or Hausman–Taylor?: A pretest estimator. **Economics letters**, v. 79, n. 3, p. 361-369, 2003.
- BLUNDELL, R.; BOND, S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. **Journal of Econometrics**, v. 87, n. 1, p. 115-143, 1998.
- CHENG, Mr K. et al. *Reaping the benefits from global value chains*. International Monetary Fund, 2015.
- DING, X.; HADZI-VASKOV, Metodij. *Composition of Trade in Latin America and the Caribbean*. International Monetary Fund, 2017.
- ERKAN, B.; YILDIRIMCI, E. Economic complexity and export competitiveness: the case of Turkey. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, v. 195, n. 3, p. 524-533, jul. 2015.
- ERTAN ÖZGÜZER, G.; OĞUŞ-BINATLI, A. Economic convergence in the EU: A complexity approach. **Eastern European Economics**, v. 54, n. 2, p. 93-108, 2016.
- FERRAZ, D. et al. Economic Complexity and Human Development: DEA performance measurement in Asia and Latin America. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 4, p. 839-853, 2018.
- 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.
- GALA, P.; ROCHA, I.; MAGACHO, G.. The structuralist revenge: economic complexity as an important dimension to evaluate growth and development. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 38, n. 2, p. 219-236, 2018.
- GALA, Paulo. *Complexidade econômica: uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações*. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2017.
- GRUBEL, H. G. Intra-industry specialization and the pattern of trade. In: LLOYD, P. J.; GRUBEL, H. G. (Ed.). *Intra-industry trade*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2003. p. 36-50.
- GRUBEL, H. G.; LLOYD, P. J. The empirical measurement of intraindustry-trade. In: LLOYD, P. J.; GRUBEL, H. G. (Ed.). *Intra-industry trade*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2003. p. 247-270.
- GUERRIERI, P. *Technology and international trade performance in the most advanced countries*. Berkeley: BRIE, University of California, jan. 1991. (Working Paper, n. 49).
- GUERRIERI, P. *Trade patterns, FDI, and industrial restructuring of Central and Eastern Europe*. UC Berkeley, (Working paper) n. 124. 1998. Não paginado.

- HARRIS, R. D. F.; TZAVALLIS, E. Inference for unit roots in dynamic panels where the time dimension is fixed. **Journal of Econometrics**, v. 91, n. 2, p. 201-226, 1999.
- HARTMANN, D. et al. Linking economic complexity, institutions, and income inequality. **World Development**, v. 93, p. 75-93, 2017.
- HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. **Econometrica**, v. 46, n. 6, p. 1251-1271, 1978.
- HAUSMANN, R. et al. *The Atlas of Economic Complexity: mapping paths to prosperity*. Cambridge: The MIT Press, 2011.
- HAUSMANN, R. et al. What You Exports Matter. **Journal of Economic Growth**, March, Volume 12, Issue 1, pp 1–25, 2007.
- HAUSMANN, R.; HIDALGO, C.. The network structure of economic output. **Journal of Economic Growth**, v. 16, n. 4, p. 309-342, 2011.
- HECKSCHER, E., OHLIN, B. *Heckscher-Ohlin Trade Theory*. Cambridge: MIT Press, 1991.
- HELPMAN, E., PAUL KRUGMAN. *Market Structure and International Trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985.
- HIDALGO, C.; HAUSMANN, R. 2009. ‘The building blocks of economic complexity’, **PNAS** (Proceedings of the National Academy of Sciences), June, 106 (26) 10570-10575.
- HODGSON, G. M. *Conceptualizing Capitalism: Institutions, Evolution, Future*. University of Chicago Press, 2015.
- HOLLAND, M.; XAVIER, C. Dinâmica e competitividade setorial das exportações brasileiras: uma análise de painel para o período recente. **Economia e Sociedade**, Campinas, IE/UNICAMP, v. 14, n. 1, January, 2005.
- HSIAO, C. *Analysing of panel data*. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2003.
- IM, K. S.; PESARAN, H.; SHIN, Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels. **Journal of Econometrics**, v. 115, n. 1, p. 53-74, 2003.
- IMBS, J., WACZIARG, R. “Stages of diversification.” **American Economic Review** 93, 1:63–86, 2003.
- IMF. *Regional Economic Outlook - Western Hemisphere Region*: Northern Spring, Southern Chills, April. Washington, DC: International Monetary Fund, 2015.
- KAO, C. Spurious regression and residual-based tests for cointegration in pan-el data. **Journal of Econometrics**, v. 90, n. 1, p. 1-44, 1999.
- LAPATINAS, A. The effect of the Internet on economic sophistication: An empirical analysis. **Economics Letters**, v. 174, p. 35-38, 2019.
- LAPATINAS, A.; LITINA, A. Intelligence and economic sophistication. *Empirical Economics*, p. 1-20, 2018.
- LARA-RODRÍGUEZ, J.; FURTADO, A. T.; ALTIMIRAS-MARTIN, A. Materias primas críticas y complejidad económica en América Latina. *Apuntes del Ce-nes, Colômbia*, v. 37, n. 65, p. 15-51, 2018.
- LEONTIEF, W. Domestic production and foreign trade; the American capital position re-examined. **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 97, n. 4, p. 332-349, set. 1953.
- LEONTIEF, W. Domestic Production and Foreign Trade; The American Capital Position Re-Examined. *Proceedings of the American Philosophical Society*. 97 (4): 332–349, 1953.
- LEVIN, A.; LIN, C.-F.; CHU, C.-S. J. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. **Journal of Econometrics**, v. 108, n. 1, p. 1-24, 2002.
- MELITZ, M. J. The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. **Econometrica**, Vol. 71, No. 6 (Nov.), pp. 1695-1725, 2003.

- MISSIO, F. J. Macroeconomia do desenvolvimento: uma perspectiva keynesiana. **Economia e sociedade**, v. 26, n. 3, p. 817-827, 2017.
- NORTH, D. C. *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton University Press, 2005.
- OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY (OEC). Methodology. [S.l., 2019?]. Disponível em: <<https://atlas.media.mit.edu/en/resources/methodology/>>. Acesso em: 29 mai. 2019.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, p. 343-373, 1984.
- PEDRONI, P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 61, n. S1, p. 653-670, 1999.
- PEDRONI, P. Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. **Economic Theory**, v. 20, n. 3, p. 597-625, 2004.
- RODRIK, D. et al. (eds). *Structural Change, Fundamentals, and Growth: A Framework and Case Studies*. International Food Policy Research Institute, 2017.
- SIMOES, A.; HIDALGO, C. The Economic Complexity Observatory: an analytical tool for understanding the dynamics of economic development. Work-shops at the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2011.
- STIGLITZ, J. et al. (eds). *Creating a Learning Society: A New Approach to Growth, Development, and Social Progress*. Columbia University Press, 2014.
- THE ATLAS OF ECONOMIC COMPLEXITY. Explore. [S.l., 2019?]. Disponível em: <<http://atlas.cid.harvard.edu/explore/>>. Acesso em: 29 mai. 2019.
- UNCTAD. *Trade and Development Report, 2016* - Structural transformation for inclusive and sustained growth. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, 2016.
- WILLIAMSON, O. E. *The Economic Institutions of Capitalism*. Free Press, 1985.
- WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. 2. ed. Cambridge: The MIT Press, 2010.
- WORLD BANK. *Global Value Chain Development Report 2017*. Washington, DC: The World Bank, 2017.
- WTO. *World Trade Report 2013 - Factors shaping the future of world trade*. Geneva, World Trade Organization, 2013.
- WTO. *World Trade Report 2018 - The future of world trade*. Geneva, World Trade Organization, 2018.
- ZHU, Shujin; LI, Renyu. Economic complexity, human capital and economic growth: empirical research based on cross-country panel data. **Journal Applied Economics**, v. 49, n. 38, p. 3815-3828, 2017.

APÊNDICE A – PRINCIPAIS EXPORTADORES MUNDIAIS EM 2016

País	Exportações FOB US\$
China	2.097.637.171.895
Estados Unidos	1.450.457.291.215
Alemanha	1.340.752.046.170
Japão	644.932.439.497
Coreia do Sul	495.417.715.559
França	488.885.072.443
Itália	461.529.407.062
Reino Unido	411.463.355.625
Canadá	389.071.103.128
México	373.900.013.331
Suíça	304.691.297.208
Rússia	285.491.052.006
Espanha	281.776.673.688
Índia	260.326.912.335
Tailândia	213.593.429.868
Polônia	196.455.269.598
Austrália	189.629.974.559
Malásia	189.414.073.154
Brasil	185.235.399.101
Vietnã	176.580.786.634
República Checa	162.087.332.190
Áustria	144.700.690.215
Indonésia	144.489.796.418
Turquia	142.529.583.808,00
Suécia	139.456.199.399,00
Irlanda	132.009.760.447,00
Hungria	103.071.198.017,00
Noruega	89.628.326.847,00
Eslováquia	77.527.131.585,00
África do Sul	74.110.816.972,00
Romênia	63.581.004.346,00
Chile	60.732.633.015,00
Israel	60.570.596.000,00
Argentina	57.733.350.414,00
Finlândia	57.325.871.718
Filipinas	56.312.747.948
Portugal	55.371.549.249
Cazaquistão	36.775.323.403
Peru	36.309.958.803
Nova Zelândia	33.869.936.061
Colômbia	31.044.991.243
Grécia	27.810.924.841
Eslovênia	27.657.728.380

Fonte: elaboração própria a partir do UN Comtrade.

APÊNDICE B – RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS

Tabela 1.B – Testes de raiz unitária para dados em painel

Variáveis	Teste Im-Pesaran-Shin Estatística $W-t\text{-bar}$	Teste Levin-Lin-Chu Estatística t ajustado	Teste Harris-Tzavalis Estatística ρ
$CE_{i,t}$	-3,0412***	-3,7165***	0,7268***
$EX_{i,t}$	-8,4586***	-12,7641***	0,7776
$IND_{i,t}$	-1,1346	-5,2904***	0,8222
$INV_{i,t}$	-2,1157**	-3,8159***	0,8043
$PROD_{i,t}$	-0,1994*	-4,9241***	0,9366
$INOV_{i,t}$	-	-0,2379	0,9018
$ICI_{i,t}^{PD}$	-2,4522***	-4,7586***	0,7295***
$ICI_{i,t}^{FE}$	-3,3798***	-4,0793***	0,7030***
$ICI_{i,t}^{ES}$	-3,5090***	-4,0593***	0,7734
$ICI_{i,t}^{MO}$	-1,9731**	-4,9359***	0,7736

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Fonte: elaboração própria a partir do software Stata 15.1.

Tabela 2.B – Estatísticas dos testes de Kao e Pedroni para cointegração em dados em painel

Teste Kao				
	Intensivo em P&D	Fornecedores especializados	Intensivo em escala	Intensivo em trabalho
Dickey-Fuller t modificado	-3,6134***	-3,2678***	-3,3373***	-2,2970***
Dickey-Fuller t	-3,7522***	-3,6478***	-3,4479***	-3,2325***
Dickey-Fuller t aumentado	-4,0243***	-3,7411***	-3,3362***	-2,7709***
Dickey-Fuller t modificado não ajustado	-4,3932***	-4,0008***	-4,0963***	-3,9868***
Dickey-Fuller t não ajustado	-4,1107***	-3,9955***	-3,8076***	-4,1057***
Teste Pedroni				
	Intensivo em P&D	Fornecedores especializados	Intensivo em escala	Intensivo em trabalho
Phillips-Perron modificado	8,8914***	9,0644***	9,2910***	8,8102***
Phillips-Perron	-9,2276***	-7,2925***	-5,2228***	-8,4651***
Dickey-Fuller ampliado	-10,2710***	-9,3370***	-7,8158***	-10,8073***

*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Fonte: elaboração própria a partir do software Stata 15.1.