
DETERMINANTES DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA EM ECONOMIAS BASEADAS EM RECURSOS NATURAIS: UMA ANÁLISE COM DADOS DOS ESTADOS BRASILEIROS¹

Complexity economic determinants in natural resource-based economies: an analysis with Brazilian States data

Rafael Moraes de Sousa

Economista. Doutor em Economia. Professor da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Pará. Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110. Belém - Pará - Brasil. rafaelmsousa1@hotmail.com

Michele Poline Veríssimo

Economista. Doutora em Economia. Professora do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Av. João Naves de Ávila, 2121. Bloco 1J. Santa Mônica. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. CEP: 38408-100. micheleverissimo@ufu.br

Resumo: Este artigo analisa os fatores determinantes da sofisticação produtiva a longo prazo em economias exportadoras de bens primários e baseados em recursos naturais. Assim, são investigados os efeitos da pauta exportadora baseada em recursos naturais (participação, concentração e valor exportado), capital humano, infraestrutura, investimento, diversificação produtiva, renda e abertura comercial sobre a complexidade econômica. A metodologia utilizada envolve estimação de um painel de cointegração *Pooled Mean Group* (PMG) para a amostra composta pelas 27 unidades federativas brasileiras com dados anuais do período de 2002 a 2017. Os resultados sugerem que significativa concentração de recursos naturais na pauta exportadora, bem como forte direcionamento produtivo intensificando a dependência em recursos naturais, obstaculizam a sofisticação produtiva e exercem efeitos desfavoráveis a uma transição benéfica que torne uma economia mais diversificada e não ubíqua no longo prazo.

Palavras-chave: Determinantes, Complexidade, Recursos naturais, Painel ARDL.

Abstract: This paper analyzes the determinant factors of long run productive sophistication in economies that export primary and natural resource-based goods. Thus, it investigates the effects of a natural resources export basket based (share, concentration and exported value), human capital, infrastructure, investment, productive diversification, income and trade opening on economic complexity. The methodology involves estimating a Pooled Mean Group (PMG) cointegration panel for the sample of the 27 Brazilian federative units with annual data from 2002 to 2017. The results suggest that an export basket significantly concentrated in natural resources, as well as a strong productive direction that intensifies the dependence on natural resources, can hinder productive sophistication and exert unfavorable effects on a beneficial transition that makes an economy more diversified and not ubiquitous in the long run.

Keywords: Determinants, Complexity, Natural resources, ARDL panel.

¹ Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte à pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

A literatura estruturalista enfatiza que o desenvolvimento econômico requer uma transformação radical na configuração produtiva para suprimir obstáculos, gargalos e outras rigidezes do subdesenvolvimento, promovendo a realocação da produção dos setores de baixa para os de alta produtividade em que prevalecem retornos crescentes de escala, fortes adensamentos de conhecimento e transbordamentos de capacidades produtivas. Nesse sentido, a forte concentração produtiva e exportadora em recursos naturais tem ocasionado intenso debate sobre as perspectivas de desenvolvimento da economia brasileira, visto a dificuldade de alavancagem da sofisticação produtiva a partir da especialização baseada em bens primários.

A abordagem da “Complexidade Econômica” proposta por Hidalgo e Hausmann (2009) pressupõe que a estrutura produtiva de uma economia é determinada pelo conjunto de capacidades (*capabilities*) necessárias para se produzir um bem. Quanto mais complexas, ou seja, mais diversas e exclusivas, são tais capacidades, maior a possibilidade de desenvolvimento de produtos novos a partir delas pelo princípio da coexportação (*product space*). Isto posto, o tipo de especialização produtiva pode apresentar efeitos distintos sobre o crescimento econômico, visto que alguns produtos possuem rede densa de conexões, ajudando o país (ou região) a desenvolver várias capacidades, enquanto outros não possuem o mesmo efeito.

Assumindo, conforme a abordagem da Complexidade Econômica, que a forte concentração da estrutura produtiva em recursos naturais pode atuar como obstáculo ao processo de sofisticação da economia, constituindo empecilho à convergência de renda no longo prazo, este artigo tem como objetivo investigar os fatores determinantes da sofisticação produtiva em economias especializadas em bens primários ou baseados em recursos naturais. Parte-se da hipótese de que existem fatores estruturais (infraestrutura, capital humano, diversidade produtiva, renda, abertura comercial) que determinam a baixa complexidade econômica e dificultam a transição para uma estrutura produtiva e exportadora mais complexa. Para efetivar a investigação proposta, a metodologia empregada consiste na estimação de modelos de cointegração com dados em painel – *Pooled Mean Group* (PMG) – com informações anuais do Índice de Complexidade Econômica (ECI) fornecidos pelo Instituto DATAVIVA para as 27 unidades federativas do Brasil no período de 2002 a 2017.

O trabalho contribui com a literatura na medida em que utiliza três variáveis alternativas de especialização em recursos naturais, que foram elaboradas a partir da classificação das exportações de cada unidade federativa do país, conforme Lall (2000), para avaliar os efeitos da configuração produtiva sobre a sofisticação produtiva (ECI): i) a concentração de recursos naturais na pauta das exportações; ii) a participação das exportações de recursos naturais no Produto Interno Bruto (PIB); iii) o valor exportado de recursos naturais. Assim, os resultados podem indicar se a especialização em recursos naturais é prejudicial ao processo de sofisticação produtiva no longo prazo e lançar luz à elaboração de estratégias que possam alterar tal cenário.

O artigo está organizado cinco seções, além da introdução e das considerações finais. A segunda seção apresenta os aspectos teóricos e empíricos que dão suporte à elaboração dos modelos empíricos. A terceira seção descreve os indicadores de perfil exportador e sofisticação produtiva dos estados brasileiros. A quarta seção apresenta as estratégias metodológicas empregadas. A quinta seção discute os resultados obtidos.

2 RECURSOS NATURAIS, DIVERSIFICAÇÃO E SOFISTICAÇÃO PRODUTIVA: ASPECTOS TEÓRICOS E EVIDÊNCIAS

Estudiosos sobre os efeitos do padrão de especialização produtiva ao crescimento e desenvolvimento econômico têm se preocupado com metodologias destinadas a investigar a relação entre abundância/dependência de recursos naturais e as dificuldades provenientes em gerar diversificação produtiva. Nesse sentido, torna-se relevante interpretar a intensidade em que os recursos naturais deixam as economias vinculadas aos efeitos associados à dotação de fatores primários na estrutura produtiva e exportadora e ao arranjo institucional vigente, dificultando o alcance de estruturas mais complexas e sofisticadas.

Diante disso, discussões sobre composição, direcionamento e dependência da estrutura produtiva em recursos naturais tomaram novo vigor a partir do desenvolvimento da abordagem da Complexidade Econômica proposta por Hidalgo e Hausmann (2009).

A discussão da complexidade econômica complementa metodologicamente o argumento de que o tipo de especialização produtiva tem diferentes consequências sobre o crescimento econômico no longo prazo, uma vez que alguns produtos possuem uma rede densa de conexões, ajudando o país (região) a desenvolver várias capacidades (*capabilities*), enquanto outros não possuem o mesmo efeito.

Assumindo que as vantagens comparativas são reveladoras do grau de especialização produtiva, Hidalgo e Hausmann (2009) observam que, se uma economia consegue exportar determinado produto com vantagem comparativa, ela reúne as *capabilities* necessárias para sua produção. Isso ocorre porque: i) produtos exigem combinações específicas de *capabilities*; ii) países (regiões) possuem quantidades limitadas de *capabilities*; iii) países (regiões) produzirão novos produtos à medida que se tornam hábeis em reunir novas *capabilities* e condições estruturais suficientes para sua produção. Por conseguinte, a complexidade está relacionada à capacidade de diversificar e reunir habilidades exclusivas (não ubíquas) dos produtos exportados. Nessa perspectiva, o perfil exportador é a representação do direcionamento da estrutura produtiva e da concentração das habilidades locais – conhecimento, intensidade tecnológica, sistema de inovações, dentre outras – disponíveis em uma economia. Logo, é razoável atentar para a associação existente entre estruturas produtivas concentradas em recursos naturais com uma perspectiva de longo prazo de baixa complexidade econômica, e, portanto, reduzidos efeitos estimuladores sobre o crescimento econômico (Hidalgo; Hausmann, 2009; Camargo; Gala, 2017).

A relação entre concentração em recursos naturais e baixa sofisticação pode ser percebida pela perspectiva da ubiquidade e da *quiescence trap*. A especialização em recursos naturais, quando percebida para além da abundância na dotação de fatores que garante a vantagem comparativa, pode ser entendida como a exploração de atividades com *capabilities* facilmente reproduzíveis e encontrada na maior gama de países. Por exemplo, a partir de dados do OEC (2022), o petróleo bruto em 2020 foi o terceiro produto mais exportado no mundo, no entanto, no *ranking* de complexidade do produto, o bem se encontrava na posição 1.020 de 1.028 produtos listados. Ainda que a dinâmica de exportação do petróleo bruto possa ser concentrada basicamente em 21 países, outros 152 apresentaram valores de exportações para o bem, logo, o produto apresenta ubiquidade elevada. Cabe destacar o predomínio de produtos baseados em recursos naturais no *ranking* dos produtos com menores índices de complexidade do produto (PCI), tais como petróleo bruto, minério de alumínio, algodão bruto, minério de manganês, minérios de estanho, minério de cromo, dentre outros.

Por esse ângulo, o tipo de diversificação produtiva é importante, pois “países pouco diversificados fazem produtos que são, em média, produzidos por muitos outros países, enquanto países muito diversificados fazem produtos que são feitos, em média, por poucos outros países” (Hausmann; Hidalgo, 2010, p. 4). Assim, a trajetória de crescimento de longo prazo torna-se vinculada à capacidade de as economias tornarem-se mais complexas (diversificadas e não ubíquas), de forma que a sofisticação produtiva dos países (regiões) está correlacionada com a renda. Os desvios dessa relação são fatores preditivos de crescimento futuro, sugerindo que os países (regiões) tendem a convergir para um nível de renda associado às *capabilities* desenvolvidas localmente, tidas como capacidades não comercializáveis (*skills non-tradeables*) (Hidalgo *et al.*, 2007; Hidalgo; Hausmann, 2009; Hidalgo, 2021).

Diante do caráter preditivo das trajetórias de crescimento de longo prazo associadas às possibilidades de sofisticação produtiva, a persistente composição da estrutura produtiva em recursos naturais pode conduzir as economias à chamada *quiescence trap*. Esta ocorre porque a escalada de uma economia está subordinada à busca pela complementaridade de capacidades. Economias com baixa sofisticação tendem a se deparar com maiores dificuldades para reunir e aplicar *capabilities* em contraste com aquelas que já apresentam estrutura produtiva sofisticada.

Assim, em um cenário de *capabilities* restritas ou concentradas em atividades de baixo adensamento, as chances de desenvolver novas habilidades e gerar adensamento produtivo com outras capacidades que resultem em novos produtos são menos exitosas, configurando o que Hausmann e Hidalgo (2011) qualificam como a *quiescence trap*". Essa relação resulta na entrada em um ciclo de baixa complexidade, pois a aquisição de novas *capabilities* possui forte ligação com as *capabilities* já acumuladas no passado. Logo, por não produzir produtos complexos, não há incentivo para adquirir novas capacidades, já que a contribuição das capacidades adicionais para a produção de novos produtos é baixa (Salles *et al.*, 2018).

O desenvolvimento do Índice de Complexidade Econômica (ECI) por Hidalgo e Hausmann (2009) permitiu a difusão da análise das relações entre padrões de especialização, mudanças estruturais e crescimento econômico, garantindo robustez analítica à argumentação teórica de muitos estudos. O ECI, pela relação com a acumulação de *capabilities*, frequentemente é utilizado como um indicador representativo da melhora qualitativa da estrutura produtiva, sendo usualmente abordado pela literatura como variável explicativa em estudos relativos à predição e duração dos ciclos de crescimento econômico, correlação da sofisticação produtiva e mercado de trabalho, associação com cadeias globais de valor, desenvolvimento humano, sustentabilidade, emissões de gases e crescimento verde, desigualdade de renda, dentre outros (Hartmann *et al.*, 2017; Zhu; Li, 2017; Gala *et al.*, 2018; Yalta; Yalta, 2021).

Menos numerosos são os estudos que destacam os determinantes da complexidade econômica, assumindo o ECI como variável dependente. Dentre os trabalhos empíricos sobre a determinação da sofisticação produtiva a partir de variadas metodologias, alguns fatores destacam-se como relevantes na determinação do ECI, tais como: capital humano (patentes, escolaridade); PIB *per capita*; investimento; receitas de recursos naturais; concentração de exportações; termos de troca; infraestrutura; tarifas; participação do emprego na indústria e serviços; investimento direto estrangeiro (Erkan; Yildirimci, 2015; Ding; Hadzi-Vaskov, 2017; Alencar *et al.*, 2018; Lara-Rodríguez *et al.*, 2018; Gala *et al.*, 2018; Lapatinas; Litina, 2018; Lapatinas, 2019; Lyubimov; Ospanova, 2019; Yalta; Yalta, 2021; Erkan; Ceylan, 2021).

Zhu *et al.* (2010), por exemplo, analisaram os determinantes da sofisticação exportadora de 171 países utilizando um painel de dados sobre comércio no período de 1992 a 2006. Os autores apontaram que a sofisticação das exportações é reforçada pela intensidade do capital e pelo envolvimento em criação e transferência de conhecimento via gastos em educação, pesquisa e desenvolvimento (P&D), investimento estrangeiro direto e importações. O efeito da abundância de recursos naturais parece ser moderado pela qualidade de instituições, pois, na ausência de instituições eficazes, a abundância de recursos naturais dificulta melhorias na qualidade e na sofisticação exportadora, o que não ocorre quando existem boas instituições.

Erkan e Yildirimci (2015) exploraram a relação entre competitividade das exportações e complexidade para o caso da Turquia e para uma amostra de 110 países no ano de 2012, em regressões de corte transversal por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Os resultados mostraram a importância do desempenho logístico, da amplitude da cadeia global de valor e do ensino superior e treinamento para explicar a complexidade dos produtos e a diversificação de mercados de exportação.

Ding e Hadzi-Vaskov (2017) investigaram os efeitos da qualidade da infraestrutura, educação e níveis tarifários sobre a composição das exportações na América Latina e no Caribe (ALC). Para isso, empregaram a metodologia de dados em painel por efeitos fixos e variáveis instrumentais, com dados do período 1962-2013, gerando quatro modelos distintos conforme a variável dependente – ECI, concentração produtiva, sofisticação da economia e vantagem comparativa revelada. As variáveis de controle utilizadas foram qualidade da infraestrutura, tarifas médias, taxa de matrícula no ensino médio ou superior e o Índice de Gini da desigualdade de renda. Os resultados convergiram com os de Erkan e Yildirimci (2015), indicando que melhor qualidade de infraestrutura, tarifas mais baixas, maiores taxas de matrículas e menor desigualdade social associam-se a maiores níveis de complexidade econômica.

O estudo de Camargo e Gala (2017) examinou como países com forte concentração de exportações em recursos naturais (associados à Doença Holandesa) podem ser caracterizados pela baixa complexidade econômica. Adotando como medida de concentração a participação do produto mais exportado do país na pauta exportadora em um painel de 12 períodos de quatro anos (1965-2013) para a estimação de modelos GMM *System*, e controlando os gastos do governo, grau de abertura e o tamanho da população, as evidências apontaram relação negativa entre concentração de exportações em recursos naturais e sofisticação produtiva.

Em análise sobre os determinantes da complexidade econômica para países do Oriente Médio e do Norte de África (MENA) no período 1970-2015, Yalta e Yalta (2021) testaram a hipótese de que os possíveis motores da sofisticação produtiva se situam sobre os determinantes das exportações de alta tecnologia. Assim, os modelos GMM *System* estimados consideraram variáveis como capital humano (desenvolvimento de capacidades), PIB *per capita* (grau de desenvolvimento), termos de troca (relação entre preço dos bens exportados e importados) e investimentos (estímulo às exportações de alta tecnologia). Também incorporaram os efeitos das receitas de recursos naturais (hipótese de Doença Holandesa), já que a concentração nesses produtos pode conduzir ao declínio nos outros setores e prejudicar a diversificação e sofisticação. Os autores encontraram efeitos positivos do capital humano sobre a complexidade econômica, e efeitos negativos das receitas dos recursos naturais, corroborando a vigência da Doença Holandesa nesse grupo de países.

Orsolin Teixeira *et al.* (2022) avaliaram o efeito da complexidade econômica sobre o crescimento e a transformação produtiva das unidades federativas no Brasil entre 2003 e 2014, e os fatores que determinam a complexidade econômica nos entes subnacionais. Os autores utilizaram um conjunto de índices de complexidade econômica (lineares e não lineares) aplicados em painéis GMM *System*. Os resultados evidenciaram relações positivas entre a complexidade e o crescimento econômico das unidades federativas, além de efeitos positivos entre a taxa de câmbio real e a transformação produtiva estadual, e entre a transformação produtiva e a complexidade econômica nos estados.

Carvalho *et al.* (2022) analisaram se o aumento de complexidade econômica implicou em crescimento do PIB *per capita* nos municípios brasileiros, com referência no período de 2009 a 2019. Os autores empregaram métodos de avaliação de impacto focados na complexidade econômica por meio da metodologia do *Propensity Score Matching* (PSM) em conjunto com o modelo de diferenças-em-diferenças (*Dif-in-Dif*). As evidências indicaram que o aumento de complexidade econômica gerou crescimento no PIB *per capita* dos municípios no período analisado.

Considerando o atual padrão de especialização da estrutura produtiva e exportadora brasileira baseado em recursos naturais, cabe destacar que a presente análise difere dos estudos de Orsolin Teixeira *et al.* (2022) e Carvalho *et al.* (2022), dentre outros relacionados ao caso brasileiro, ao direcionar esforços para uma investigação empírica orientada ao impacto da concentração das exportações em produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais e seus possíveis entraves à mudanças favoráveis na complexidade econômica (medida pelo ECI), com base em dados estaduais fornecidos pela Plataforma DATAVIVA.

Portanto, a contribuição proposta neste trabalho consiste em investigar empiricamente os determinantes da sofisticação produtiva no Brasil (ECI), com ênfase em variáveis alternativas que mensuram a concentração em recursos naturais. Assim, na próxima seção, é caracterizada a distribuição exportadora dos estados brasileiros, com base nas classificações de intensidade tecnológica de Lall (2000) e da NACE (Rev. 2, 2-digit level).

3 COMPLEXIDADE ECONÔMICA E PERFIL DAS EXPORTAÇÕES DOS ESTADOS BRASILEIROS

De acordo com os dados do Atlas da Complexidade Econômica (2022), no período entre 2002 e 2017, o Brasil regrediu da 30^a para a 55^a posição no *ranking* de complexidade econômica mundial. Essa queda de posicionamento ressalta a preocupação com a perda da sofisticação produtiva nacional, ao passo em que se discutem os efeitos do aprofundamento da estrutura produtiva em direção à reprimarização da economia. Assim, é imprescindível questionar quais fatores podem atuar para gerar perda de diversidade e maior ubiquidade das exportações. Nessa perspectiva, é razoável examinar a distribuição produtiva e exportadora no território nacional a fim de evidenciar como a participação dos recursos naturais pode ter influenciado o declínio da complexidade econômica brasileira.

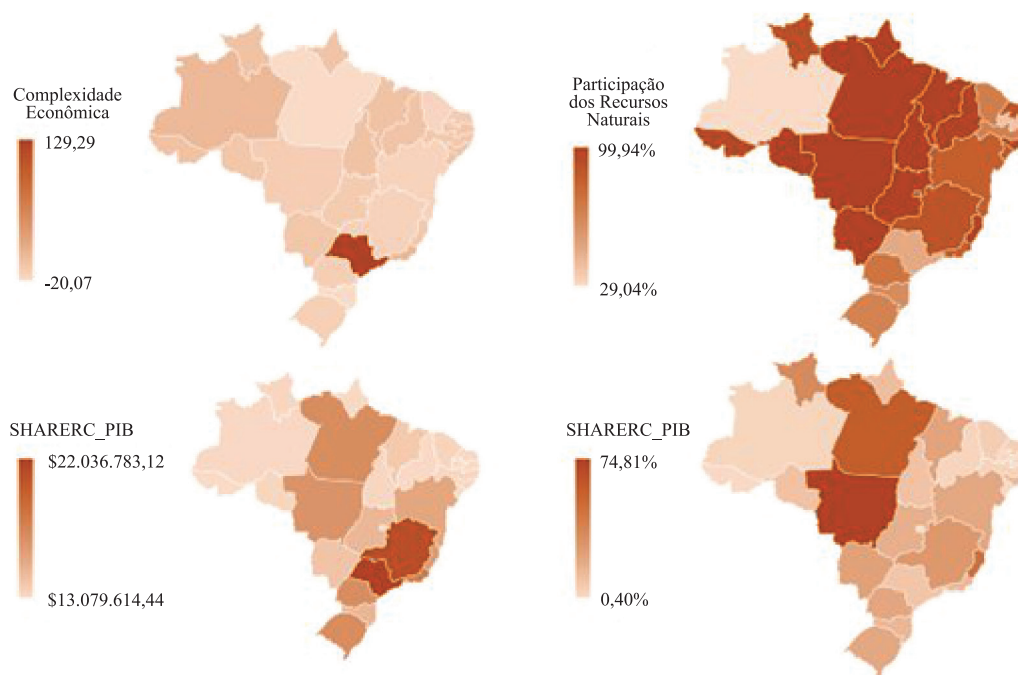
A Figura 1 ilustra a distribuição espacial no território brasileiro conforme os dados da complexidade econômica fornecidos pelo DATAVIVA (2022); a participação (em %) dos recursos naturais na pauta de exportação dos estados, calculado para cada ano, por meio do critério de classificação das exportações de Lall (2000); o valor (em US\$) das exportações de recursos naturais (EXP_RC); e a participação (em %) dos recursos naturais no PIB estadual (SHARERC_PIB).

Em média, os estados de São Paulo, Amazonas e Rio de Janeiro performaram como as unidades federativas mais complexas do Brasil. Entre 2002 e 2008, a composição da pauta exportadora de São Paulo foi constituída predominantemente por bens de média e alta intensidade tecnológica, abrangendo veículos automóveis, tratores, ciclos e outros veículos terrestres, suas partes e acessórios; reatores nucleares, caldeiras, máquinas, aparelhos e instrumentos mecânicos; aeronaves e aparelhos espaciais; máquinas, aparelhos e materiais elétricos; aparelhos de gravação ou de reprodução de som, de imagens e de som em televisão – correspondendo a pouco mais de 40% da pauta. No entanto, a partir de 2009, o produto mais exportado pelo estado passou a ser da indústria alimentícia, na categoria de açúcares e produtos de confeitaria (pouco mais de 10% na pauta), reduzindo o peso dos setores de média-alta tecnologia para cerca de 30%. Contudo, cabe destacar que São Paulo possui elevada diversidade de produtos (média de 1.108 produtos exportáveis).

O estado do Amazonas também apresentou mudança na predominância de sua pauta exportadora. Entre 2002 e 2005, a pauta era constituída por bens de média-alta tecnologia, (70% a 80% de participação), com destaque para máquinas, aparelhos e materiais elétricos; veículos automóveis, tratores, ciclos e outros veículos terrestres; e reatores nucleares, caldeiras, máquinas, aparelhos e instrumentos mecânicos. A partir de 2013, os produtos da indústria alimentar (manufatura baseada em recursos naturais) assumiram a liderança do desempenho exportador, com 28% de participação. O estado ainda permanece como um dos mais complexos no Brasil, porém, é notável a queda de participação dos produtos de média-alta tecnologia ao longo do tempo (constituindo cerca de 30% das exportações).

O estado do Rio de Janeiro apresentou comportamento peculiar se comparado ao arranjo exportador de São Paulo e do Amazonas, visto que sua pauta exportadora é dominada por combustíveis e óleos minerais, e produtos da sua destilação; matérias betuminosas e ceras minerais; e ferro fundido, ferro e aço (cerca de 70%). Assim, a complexidade do estado, de acordo com a metodologia, resulta da quantidade de bens exportados (diversidade de sua pauta) (ver Tabela 1) e da peculiaridade de suas manufaturas baseadas em recursos naturais, de modo que algumas atividades do setor de combustíveis minerais, mesmo sendo classificadas como de média-baixa intensidade tecnológica, demandam a aquisição de certos tipos de *capabilities*.

Figura 1 – Complexidade econômica e recursos naturais dos estados brasileiros, média 2002-2017



Fonte: Elaboração própria baseada nos dados do Comexstat (2023) e da plataforma DATAVIVA (2022).

Em contrapartida, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná, apesar de possuírem diversidade similar ao estado do Rio de Janeiro (Tabela 1), apresentaram avanço significativo dos recursos naturais nas respectivas pautas exportadoras, com destaque para minério de ferro; ferro fundido e café em Minas Gerais; e sementes e frutos oleaginosos; grãos, sementes e frutos diversos; plantas industriais ou medicinais; palhas e forragens; e carnes e miudezas comestíveis no Rio Grande do Sul e Paraná.

Nos demais estados, os indicadores de complexidade são sempre negativos, o que pode ser interpretado como reflexo do aprofundamento da estrutura produtiva em atividades com baixo potencial de sofisticação. Estados como Pará, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo e Goiás possuem formação exportadora constituída majoritariamente por bens primários ou baseados em recursos naturais (MDIC-COMEXSTAT, 2023). Embora seus valores de diversidade sejam razoáveis, o peso dos recursos naturais na estrutura produtiva é sintomático, sinalizando um obstáculo estrutural à sofisticação. De maneira similar, Maranhão, Tocantins, Roraima, Amapá, Piauí, Sergipe, Acre e Alagoas são fortemente concentrados em recursos naturais (cerca de 99% da pauta), com o agravante da baixíssima diversidade produtiva, o que torna essas unidades da federação ainda mais vinculadas às dificuldades associadas ao ciclo da *quiescence trap*.

Paraíba e Ceará destacam-se como dois casos interessantes da relação entre concentração em recursos naturais e baixa complexidade. Nestes estados, a média da participação/concentração dos recursos naturais estão entre as menores das 27 unidades da federação (38% e 68%, respectivamente), contudo, as exportações estão sistematicamente concentradas na indústria de baixa intensidade tecnológica (têxtil e calçados), enquanto os recursos naturais completam a distribuição do perfil exportador. Ainda que a concentração não seja tão elevada como em outros estados, o combo “baixa intensidade tecnológica e recursos naturais” é capaz de obstaculizar a sofisticação produtiva. Os estados de São Paulo e Amazonas destoam dos demais ao formarem uma pauta com presença de bens de média-baixa, média-alta e alguns casos de alta tecnologia (aeronaves e aparelhos espaciais).

Tabela 1 – Diversidade das exportações dos estados brasileiros, 2002, 2010 e 2017 (unidades de produtos)

Estado	2002	2010	2017	Direção da mudança de diversidade (2002 a 2017)	Direção da mudança de diversidade (2010 a 2017)
Acre	27	129	57	▲ Ganhou	▼ Perdeu
Alagoas	42	58	69	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Amapá	14	27	34	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Amazonas	194	220	284	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Bahia	368	388	459	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Ceará	262	338	369	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Distrito Federal	86	121	118	▲ Ganhou	▼ Perdeu
Espírito Santo	234	301	415	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Goiás	239	341	388	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Maranhão	46	46	41	■ Manteve	▼ Perdeu
Mato Grosso	128	143	154	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Mato Grosso do Sul	122	687	394	▲ Ganhou	▼ Perdeu
Minas Gerais	758	812	809	▲ Ganhou	▼ Perdeu
Pará	163	241	249	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Paraíba	98	135	100	▲ Ganhou	▼ Perdeu
Paraná	777	836	857	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Pernambuco	232	324	308	▲ Ganhou	▼ Perdeu
Piauí	40	44	61	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Rio de Janeiro	812	781	763	▼ Perdeu	▼ Perdeu
Rio Grande do Norte	99	146	109	▲ Ganhou	▼ Perdeu
Rio Grande do Sul	875	892	892	▲ Ganhou	■ Manteve
Rondônia	41	241	349	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Roraima	34	23	76	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Santa Catarina	683	783	833	▲ Ganhou	▲ Ganhou
São Paulo	1.009	1.110	1.110	▲ Ganhou	■ Manteve
Sergipe	28	50	71	▲ Ganhou	▲ Ganhou
Tocantins	15	50	49	▲ Ganhou	▼ Perdeu
Média	275,04	343,22	348,81	-	-

Fonte: Elaboração própria baseada nos dados do MDIC-Comexstat (2023) e plataforma Dataviva (2022).

A Tabela 1 revela os estados que ganharam ou perderam em quantidade de produtos exportados entre 2002 e 2017. À primeira vista, o avanço na diversidade parece indicar passo preliminar para melhoria da sofisticação, tendo em consideração que os estados (exceto Maranhão e Rio de Janeiro) expandiram a quantidade de produtos nas pautas exportadoras entre 2002 e 2017. Contudo, focando a análise no recorte entre 2010 e 2017, os sinais da perda da diversidade (10 estados) são evidentes, expondo que, a partir da segunda década dos anos 2000, houve avanço dos recursos naturais nas pautas de exportação dos estados somado à perda de diversidade de produtos. Portanto, para além do simples crescimento, *é necessário ponderar que nos estados que exibiram avanços na diversidade, o perfil dos produtos é majoritariamente de primários e baseados em recursos naturais, o que suscita a seguinte problemática: diversificação concentrada em recursos naturais é benéfica à sofisticação?*

As próximas seções do artigo investigam empiricamente essa questão, bem como os efeitos dos fatores estruturais preliminarmente indicados nas evidências empíricas da literatura (seção 2) sobre a sofisticação produtiva com base nos dados dos estados brasileiros.

4 METODOLOGIA E DADOS

Este artigo tem como objetivo examinar os fatores determinantes da sofisticação produtiva em economias especializadas em bens primários ou baseados em recursos naturais, com base no pressuposto de que uma estrutura produtiva-exportadora concentrada em recursos naturais obstaculiza as possibilidades de sofisticação da economia. Nesses termos, são considerados como principais fatores explicativos do grau de sofisticação da economia o predomínio na pauta exportadora de bens primários ou baseados em recursos naturais; a diversidade (quantidade de bens produzidos e exportados) da estrutura produtiva; o capital humano; o investimento em infraestrutura; o PIB *per capita* e o grau de abertura comercial.

Vislumbrando que as variáveis supracitadas remetem, em grande parte, a características estruturais da economia, é admissível considerar que os possíveis impactos delas sobre a sofisticação produtiva encontram-se orientadas para longo prazo. Assim, a abordagem empregada nas estimações propostas envolve a especificação de um modelo de cointegração com uma estrutura de dados em painel Autor-regressivo com Defasagens Distribuídas (ARDL) para a amostra de dados relativos aos estados brasileiros. Essa metodologia segue a proposta de Pesaran, Shin e Smith (1999), a saber, o modelo *Pooled Mean Group* (PMG). Os estimadores de probabilidade de PMG são usados para estimar coeficientes de longo prazo, captando também o comportamento em grupo de restrições de homogeneidade pela média do grupo utilizado para obter parâmetros estimados de correção de erros e parâmetros de curto prazo.

Ao trabalhar com dados em painel de segunda geração, as abordagens econométricas podem ser separadas em duas categorias distintas. Em primeiro lugar, a heterogeneidade individual pode ser acomodada estimando equações individuais para cada seção transversal e calculando a média das estimativas dos parâmetros. Isso é alcançado pelo estimador *Mean Group* (MG) proposto por Pesaran e Smith (1999), que pode se mostrar como um estimador consistente, mas não necessariamente eficiente, dos parâmetros heterogêneos médios. Alternativamente, as seções transversais podem ser agrupadas com o uso de efeitos fixos dinâmicos ou outro modelo similar. Essa abordagem permite diferentes interceptos, mas exige que os parâmetros de inclinação sejam idênticos para todas as seções transversais, o que pode configurar uma suposição altamente restritiva.

O modelo PMG-ARDL estimado na forma de vetores de correção de erros (ARDL-ECM) é especificado conforme a equação 1, a seguir:

$$\Delta(y)_{it} = \Phi_{it}(y)_{i,t-1} + \beta'_i x_{it} + \sum_{j=1}^{p-1} \alpha_{ij}^* \Delta(y)_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta_{ij}^* \Delta(x)_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

em que y_{it} é a variável dependente e Δ a primeira diferença, x são as variáveis independentes; $\Phi_i = - (I - \sum_{j=1}^p \alpha_{ij}^*)$ representa o mecanismo de correção de erro para o i -ésimo grupo; $\beta_i = \sum_{j=0}^q \delta_{ij}^*$ são os parâmetros de longo prazo para o i -ésimo grupo; $\alpha_{ij}^* = - \sum_{m=j+1}^p \alpha_{im}$ $j = 1, 2, \dots, p-1$ são os parâmetros de curto prazo para o i -ésimo grupo; ε_t são os distúrbios do tipo ruído branco.

Os modelos painel PMG-ARDL são aplicados para a análise dos efeitos de longo prazo dos determinantes da sofisticação produtiva, com ênfase nas variáveis relativas à concentração, participação e valor exportado de recursos naturais, as quais caracterizam o perfil exportador dos estados brasileiros. Também são adotadas variáveis de controle, conforme descrito no Quadro 1, escolhidas com base nos estudos empíricos da literatura sobre os determinantes da diversificação das exportações e da sofisticação produtiva (seção 2). Os dados são anuais, abrangendo o período de 2002 a 2017, conforme disponibilidade das informações.

A variável dependente consiste no Índice de Complexidade Econômica (ECI), obtido na plataforma DATAVIVA, cujo cálculo segue sua versão subnacional. Conforme desenvolvido por Hidalgo e Hausmann (2009), dados a nível subnacional variam em termos das unidades de observação (províncias, municípios etc.). Dessa forma, com intenção de evitar distorções regionais, tais como regiões mais desenvolvidas concentrarem vantagens comparativas em todos os produtos, o indicador ECI é calculado combinando a complexidade do produto (PCI), obtida por meio da interação entre as medidas de diversidade e exclusividade, conforme a equação 2:

$$ECI_c = 1/M_c \sum_p M_{cp} PCI_p \tag{2}$$

Define-se na matriz de adjacência $M_{cp} = 1$ quando a produção de um local em uma atividade é maior do que o esperado para um local do mesmo tamanho e uma atividade com a mesma produção total. Essa matriz leva em conta as atividades (p) presentes em uma localização (c) e são considerados apenas os produtos em que o local possua Vantagem Comparativa Revelada $VCR_{cp} = (X_{cp}^{local}/X_c^{local})/(X_p^{mundo}/X^{mundo})$, sendo X_{cp}^{local} as exportações da atividade (p) no local (c), X_c^{local} as exportações totais no local (c), X_p^{mundo} as exportações mundiais da atividade (p) e X^{mundo} as exportações mundiais totais. Os resultados obtidos para o ECI indicam que valores positivos (negativos) e mais próximos do extremo positivo (negativo) representam maior (menor) complexidade.

As variáveis explicativas de interesse representam o padrão de especialização exportadora e a direção da estrutura produtiva, e são mensuradas em três especificações: i) concentração de recursos naturais na pauta de exportações (*Part_Rec*), construída a partir da composição das exportações de todos estados, em cada ano, adotando a classificação de exportações de Lall (2000); ii) participação das exportações no PIB (*Share_Rec*); e iii) valor exportado de recursos naturais (*Exp_Rec*). Os resultados podem indicar se a especialização em recursos naturais é prejudicial ao processo de sofisticação produtiva, tendo em vista que, à medida em que uma economia baseada em recursos naturais obtém ganhos decorrentes da especialização nesse tipo de produto, menores são os incentivos para sofisticar as exportações, bem como menores são os retornos de possíveis *capabilities* adquiridas.

Cabe destacar que a finalidade de estimar a contribuição dos recursos naturais sobre as três óticas alternativas (*Part_Rec*; *Share_Rec* e *Exp_Rec*) consiste em qualificar a resposta dos possíveis efeitos da especialização no tocante à sofisticação, considerando em que circunstâncias esse processo ocorre de forma negativa – se em um cenário de predominância de recursos naturais na estrutura produtiva (*Share_Rec*) e/ ou em um cenário que considera a relação comercial dos recursos naturais (*Part_Rec* e *Exp_Rec*).

Quadro 1 – Variáveis, fontes e sinais esperados

Variáveis	Definição	Fonte	Sinal esperado
<i>ECI</i>	Índice de Complexidade Econômica	DATAVIVA	Variável dependente
<i>Share_exp</i>	Participação das exportações de produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais no PIB do estado (em %)	MDIC-SECEX	Negativo
<i>Part_Rec</i>	Concentração da pauta exportadora em produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais (50% ou mais da cesta)	MDIC-SECEX	Negativo
<i>Exp_Rec</i>	Valor exportado de produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais (em US\$)	MDIC-SECEX	Negativo
<i>Cap_h (anos de estudo)</i>	Anos de estudo pessoas acima de 15 anos (aqueles que concluíram ou ingressaram no ensino superior) (em número de anos)	IBGE	Positivo
<i>Cap_h (desp_ed)</i>	Despesas empenhadas em educação (R\$)	IBGE	Positivo
<i>desp_cap</i>	Despesas empenhadas em investimento (R\$)	IPEADATA/Tesouro Nacional	Positivo
<i>desp_tra</i>	Despesas empenhadas em transporte (R\$)	IPEADATA/Tesouro Nacional	Positivo
<i>desp_san</i>	Despesas empenhadas em saneamento (R\$)	IPEADATA/Tesouro Nacional	Positivo
<i>PIB_pc</i>	PIB per capita (R\$)	IPEADATA/IBGE	Positivo
<i>Diver</i>	Quantidade de bens diferentes produzidos por estado em cada ano	DATAVIVA	Positivo
<i>Abert</i>	Grau de abertura comercial (%)	MDIC-SECEX	Positivo

Fonte: Elaboração própria.

As demais variáveis de controle representam fatores estruturais que influenciam o progresso em direção a uma estrutura produtiva mais sofisticada no longo prazo, envolvendo:

- Capital Humano (Cap_h (*anos de estudo*) e Cap_h (*desp_ed*)): pressupõe-se que o maior grau de qualificação da força de trabalho permite maiores níveis de complexidade econômica, visto os efeitos positivos do conhecimento, das capacidades e da produtividade local sobre as exportações de maior intensidade tecnológica;
- PIB real *per capita* (PIB_pc): utilizado como *proxy* para o grau de desenvolvimento do estado e de aumento da demanda por produtos complexos;
- Diversidade produtiva ($Diver$): presume-se que a sofisticação produtiva seja oriunda do desenvolvimento de habilidades internas que resulta em maior diversidade de bens exportados e de transbordamento para atividades que exijam habilidades correlatas;
- Gastos do governo ($desp_cap$): *proxy* para investimentos públicos em capital, os quais ampliam a capacidade produtiva e podem estimular as exportações;
- Abertura comercial ($Abert$): economias mais abertas podem ter estímulos maiores à diversificação para além de suas vantagens comparativas. Ainda, a possibilidade de importação de tecnologia pode contribuir para sofisticar a estrutura produtiva;
- Qualidade da infraestrutura ($desp_tra$ e $desp_san$): considera-se a infraestrutura como condicionante de atividades com teor de desenvolvimento mais elevado, pois pode alavancar decisões de investimento e associar menor ônus ao risco envolvido.

Portanto, o modelo geral estimado é definido pela equação 3:

$$\Delta(ECI)_{it} = \alpha + \alpha_1 T + \beta_1 (ECI)_{it-1} + \beta_2 (RN)_{it-1} + \beta_3 (X)_{it-1} + \sum_{j=1}^p \beta_4 \Delta(ECI)_{it-j} + \sum_{j=1}^q \beta_5 \Delta(Part_Rec)_{it-j} + \sum_{j=1}^r \beta_6 \Delta(X)_{it-j} + E_t \quad (3)$$

sendo o Indicador de Complexidade Econômica de cada estado (i) no período (t); as variáveis de concentração de recursos naturais na pauta de exportações ($Part_Rec$), participação das exportações de recursos naturais no PIB ($Share_Rec$) e valor das exportações de recursos naturais (Exp_Rec); X representa o vetor de variáveis de controle e determinantes estruturais.

A estratégia empírica de estimação envolveu o emprego de dez especificações distintas para o modelo geral, visto que cada entrada acomoda as premissas levantadas neste trabalho. Essa estratégia também permite lidar com possíveis problemas de defasagens, muito comuns em modelos de cointegração, que limitam a entrada de variáveis no modelo quando se dispõem de amostras de dados temporais mais restritas.

As especificações I, II e III estimam os impactos individuais sobre a sofisticação produtiva de cada uma das variáveis de interesse relativas à especialização em recursos naturais – concentração da pauta exportadora ($Part_Rec$), participação no PIB ($Share_Rec$) e valor exportado (Exp_Rec), respectivamente.

As especificações IV e V remetem às variáveis representativas do capital humano, evidenciados pelo tempo dedicado na formação (*anos de estudo*) e pelo volume de recursos públicos despendidos na educação ($desp_ed$), de modo que potenciais efeitos dessas *capabilities* de conhecimento possam ser oportunos a uma estrutura mais complexa.

As especificações VI e VIII estimam o impacto da infraestrutura determinado pelos gastos com transportes ($desp_tra$) e saneamento básico ($desp_san$). A infraestrutura de transportes é decisiva ao desempenho produtivo, principalmente no Brasil, cuja forma predominante de escoamento de bens se dá via terrestre. Assim, investimentos em infraestrutura de transportes contribuem para uma estrutura produtiva mais eficiente, posto que facilita o comércio de bens e insumos, e conecta regiões periféricas a melhores serviços (Andrés *et al.*, 2014). Já os investimentos em infraestrutura de saneamento básico contribuem para a melhoria da produtividade da população e avanços na estrutura produtiva, pois a indústria se beneficia das benfeitorias aplicadas a um sistema de saneamento mais refinado (Turolla; Ohira, 2005).

A especificação VII verifica o efeito do investimento público, captado pelas despesas de capital (*desp_cap*), as quais envolvem gastos para a produção ou geração de novos bens ou serviços, e contribuem diretamente para a formação ou aquisição de bens de capital. Esse gasto promove efeitos multiplicadores sobre a renda, influenciando positivamente uma composição produtiva mais sofisticada.

As especificações IX e X compõem os modelos mais completos, mensurando os impactos combinados da variável de interesse concentração da pauta exportadora em recursos naturais (*Part_Rec*) com os efeitos do capital humano (*anos de estudo*) e do investimento público (*desp_cap*).

Todas as especificações são controladas pelo *PIB per capita* (*PIB_pc*), considerado como uma variável de renda para os estados; pela diversidade produtiva (*Diver*), assumindo a premissa de aquisição de *capabilities* na produção; e pela abertura comercial (*Abert*), pressupondo que estados com maior abertura comercial possuam maior capacidade de sofisticar sua estrutura produtiva.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de efetivar as estimativas dos coeficientes dos modelos, é preciso estimar os testes de raiz unitária em painel para verificar a ordem de integração das variáveis, ou seja, se há um conjunto de variáveis estacionárias e não estacionárias.

Tabela 2 – Testes de raiz unitária

	Levin-Lin-Chu	Im-Pesaran-Shin	ADF-Fisher	PP-Fisher	Decisão
<i>ECI</i>	-2,9344 [0,0017]	-1,5475 [0,0690]	79,5082 [0,0135]	105,335 [0,0000]	Estacionária
<i>Part_Rec</i>	-1,6752 [0,0470]	-1,4470 [0,0739]	74,4453 [0,0340]	118,833 [0,0000]	Estacionária
<i>Share_Rec</i>	-3,3198 [0,0005]	-0,9944 [0,1600]	61,2788 [0,2313]	53,4570 [0,4953]	Não estacionária
<i>Exp_Rec</i>	-4,0416 [0,0000]	-0,8813 [0,1891]	-58,6678 [0,3083]	53,6692 [0,4871]	Não estacionária
<i>Cap_h (anos de estudo)</i>	-4,7391 [1,0000]	-0,8813 [0,1891]	-58,6678 [0,3083]	53,6692 [0,4871]	Não estacionária
<i>Cap_h (desp_ed)</i>	1,6244 [0,9479]	6,1801 [1,0000]	19,3605 [1,0000]	20,1160 [1,0000]	Não estacionária
<i>desp_tra</i>	-3,1463 [0,0008]	-0,6945 [0,2437]	60,1216 [0,2638]	53,8693 [0,4794]	Não estacionária
<i>desp_cap</i>	-4,4049 [0,000]	-0,8769 [0,1903]	55,6702 [0,4117]	47,0428 [0,7375]	Estacionária
<i>desp_san</i>	1,6232 [0,9477]	6,1209 [1,0000]	13,5034 [1,0000]	13,3062 [1,0000]	Não estacionária
<i>PIB_pc</i>	3,1103 [0,052]	8,4522 [1,0000]	6,6498 [1,0000]	5,85184 [1,0000]	Não estacionária
<i>Diver</i>	-2,0106 [0,0222]	-2,9187 [0,0018]	86,3140 [0,2989]	146,308 [0,000]	Estacionária
<i>Abert</i>	-2,2869 [0,0111]	0,0451 [0,5180]	45,6170 [0,7845]	39,8268 [0,9250]	Não estacionária

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.
Valores em [] denotam as probabilidades.

Para isso, são realizados os testes de Levin *et al.* (2002) - teste (LLC); Im *et al.* (2003) - teste (IPS); e teste IPS de segunda geração (CIPS) de Pesaran (2007). O teste LLC é baseado na suposição de não heterogeneidade do parâmetro autorregressivo; o teste IPS permite a heterogeneidade; enquanto a unidade CIPS, mais segura, relaxa a suposição de independência transversal da correlação contemporânea. Todos os testes assumem como hipótese nula a não estacionariedade e a seleção do comprimento de atraso é escolhida usando os critérios Bayesian-Schwarz. O objetivo da realização desses testes é evitar que sejam utilizadas séries com ordem de integração diferente de I(0) e I(1). Os resultados obtidos (Tabela 2) confirmam que as séries estão aptas à aplicação do método proposto.

Na sequência, são realizados os testes de cointegração com dados em painel. O principal teste utilizado é o de cointegração de Pedroni (1996). O teste de cointegração de Engle-Granger (1987) é baseado em um exame dos resíduos de uma regressão espúria realizada usando variáveis $I(1)$. Se as variáveis forem cointegradas, os resíduos devem ser $I(0)$. Por outro lado, se as variáveis não forem cointegradas, os resíduos serão $I(1)$. Pedroni (1999) estende a estrutura Engle-Granger para testes envolvendo dados em painel e propõe testes de cointegração que permitem interceptos heterogêneos e coeficientes de tendência em seções transversais.

A Tabela 3 relata os resultados das estatísticas dentro (*Within*) e entre (*Between*) para o teste de dimensão. A cointegração é encontrada em pelo menos uma das estatísticas para o modelo estimado. Portanto, as evidências sugerem uma relação de equilíbrio de longo prazo entre a variável de complexidade econômica (*ECI*) e as demais variáveis do modelo.

Tabela 3 – Teste de cointegração de Pedroni

Cointegration Test	Estatística Within-dimension	Estatística Between-dimension
Panel v-Statistic	-5,0209 (1,0000)	-
Panel rho-Statistic	5,2093 (1,0000)	7,3097 (1,0000)
Panel PP-Statistic	-19,8415 (0,0000)	-24,1761 (0,0000)
Panel ADF-Statistic	-3,3167 (0,0050)	-4,0196 (0,0000)

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Hipótese nula = não há cointegração.

Probabilidades entre parênteses.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para as estimativas dos coeficientes de longo prazo e dos Mecanismos de Correção de Erros (ECM). Verifica-se que a variável concentração da pauta exportadora em recursos naturais (*Part_Rec*) reporta o sinal negativo e estatisticamente significativo esperado (modelos I, IX e X). Em vista disso, é cabível considerar que, quanto maior a concentração de recursos naturais na composição exportadora dos estados brasileiros, maiores serão também, a longo prazo, as dificuldades encontradas para sofisticar a estrutura produtiva, ou seja, em diversificar e ampliar a presença de bens não ubíquos, representativos de *capabilities* exclusivas, na pauta exportadora.

Tais evidências são corroboradas pelos resultados do modelo II, em que o coeficiente da participação das exportações de produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais no PIB (*Share_Rec*) obtido também é negativo e estatisticamente significativo. Dessa forma, o direcionamento (*Share_Rec*) e a concentração produtiva (*Part_Rec*) em bens primários e manufaturas baseadas em recursos naturais (pouco complexas) parecem obstaculizar as possibilidades de transição para setores mais complexos e o desenvolvimento de atividades distintas daquelas baseadas nas vantagens comparativas dos recursos naturais.

Esse resultado pode decorrer da resistente concentração no *product space* em atividades e produtos com baixo potencial de crescimento no longo prazo. Essa condição é defendida por Hausmann, Hwang e Rodrik (2006), Hidalgo *et al.* (2007) e Hidalgo e Hausmann (2009), cujos trabalhos baseiam-se em premissas teóricas e empíricas fundamentadas no enfoque de que o produto/atividade importa para o processo de desenvolvimento e crescimento de longo prazo. Isto, pois, na ótica de disseminação no *product space* vigora a perspectiva de probabilidade de coexportação, a qual explicita que, quanto maior a similaridade e proximidade dos produtos em vantagens comparativas no tecido produtivo do país (região), maiores são as possibilidades de se incorrer em um processo de sofisticação da estrutura produtiva, dado que as habilidades básicas necessárias já estão desenvolvidas localmente, o que torna mais fácil expandir e desenvolver para uma atividade correlata que exija habilidades similares.

Tabela 4 – Coeficientes de longo prazo e ECM (Índice de Complexidade Econômica: variável dependente)

Modelos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Part_Rec</i>	-2,8398* (0,6327)								-0,7083* (6,88E-08)	-5,1080* (1,0634)
<i>Share_Rec</i>		-6,9721* (1,1441)								
<i>Exp_Rec</i>			0,2415** (0,1055)							
<i>Cap_h (anos de estudo)</i>				0,6038* (0,1646)					0,0008* (0,16460)	0,0212* (0,0005)
<i>Cap_h (desp_ed)</i>					-0,0434 (0,1238)					
<i>desp_tra</i>						1,54E09* (0,05004)				0,4932* (0,0792)
<i>desp_cap</i>							2,42E-10** (1,04E-10)			
<i>desp_san</i>								2,82E-08* (1,49E09)		
<i>PIB_pc</i>	-0,00977** (0,00312)	0,03084* (0,00338)	0,0792* (0,0347)	-0,7407 (0,4515)	-0,0111 (0,0132)	-0,0136* (0,00847)	-0,0094* (0,0017)	-0,1065* (0,0111)	0,0089* (2,43E08)	-4,4957* (0,2595)
<i>Diver</i>	0,00423* (0,00067)	0,01261* (0,00153)	0,00039 (0,00127)	0,0011 (0,1893)	0,0026* (0,0007)	-0,0340* (0,0024)	-0,0119* (0,0005)	0,0242** (0,0078)	0,0037* (8,65E-10)	-0,0192* (0,0011)
<i>Abert</i>	0,01394* (0,00378)	0,01320* (0,00313)	0,01374* (0,01568)	0,0037* (0,0007)	0,0128* (0,0035)	0,0190* (0,0020)	0,0198* (0,0030)	0,0175* (0,0029)	0,0050* (3,59E-10)	0,0134* (0,0026)
ARDL Lags	[1,1,1,1,1]	[3,1,1,1,1]	[1,1,1,1,1]	[1,1,1,1,1]	[1,1,1,1,1]	[2,2,2,2,2]	[2,1,1,1,1]	[1,2,2,2,2]	[1,1,1,1,1]	[1,1,1,1,1]
Max. Lags	1	3	1	1	1	2	2	2	1	1
ECM	-0,57721*	-0,61620*	-0,82607*	-0,9501*	-0,5812*	-0,4412*	-0,6264*	-0,1853**	-0,9602*	-0,2652**

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Notas: (*) (**) (***) indicam 1%, 5% e 10% de significância estatística, respectivamente. Erros-padrões entre parênteses.

Por consequência, um desafio a ser superado no longo prazo consiste em transpor essa barreira da estrutura produtiva, de modo a sobrepujar o desestímulo natural ao desenvolvimento de produtos com maior conteúdo tecnológico para além das atividades baseadas em recursos naturais. Esse cenário mantido inalterado se mostra impeditivo a um transcurso de diversificação de produtos e setores similarmente sofisticados no tecido produtivo.

Outra questão a ser abordada quanto à presença de recursos naturais diz respeito ao contexto no qual a abundância ou dinâmica exportadora, *per se*, pode não ser rigorosamente um obstáculo à sofisticação, tal como evidenciado pela estimação do modelo III, cuja variável de interesse é o valor das exportações de recursos naturais dos estados (*Exp_Rec*). Diferente das estimações relativas aos modelos I e II, o modelo III estima o efeito do valor exportado, que resulta em relação positiva e significativa sobre a complexidade econômica.

Isso sugere que o fluxo de exportações dos recursos naturais não é necessariamente o fator determinante que atua como impeditivo ao refinamento da estrutura produtiva, mas sim a incapacidade de lidar com a forte concentração na composição exportadora (*Part_Rec*) e o direcionamento e dependência dos recursos naturais na estrutura produtiva (*Share_Rec*), os quais, de fato, exercem efeitos limitantes a uma transição benéfica ao aumento da complexidade. Nestes termos, cabe apontar os Estados Unidos como exemplo, pois, mesmo com valores elevados de exportações de recursos naturais, o país se mantém bem classificado no *ranking* de complexidade econômica, ocupando a nona posição (OECD, 2022).

Os resultados também apontam a relação positiva e estatisticamente significativa esperada para a variável *anos de estudo* (modelos IV, IX e X), de modo que elevar a escolaridade do contingente populacional / força de trabalho contribui para a sofisticação no longo prazo. O capital humano é essencial ao desenvolvimento de habilidades internas/locais *non-tradeable*, premissa sustentada pela abordagem da complexidade econômica. Portanto, a formação de *capabilities* afeta a produtividade e a qualidade da estrutura produtiva, mediante diversificação e não ubiquidade, e o crescimento econômico de longo prazo, sobretudo, se permite dinamizar o *product space* em direção a atividades que exigem maior nível de conhecimento (Zhu; Li, 2017; Faggian *et al.*, 2019).

Por outro lado, a variável alternativa despesas em educação (*desp_ed*) (modelo V) não obteve significância estatística, sugerindo que o acréscimo do montante de recursos direcionados à educação estadual não se revelam suficientes para estimular ganhos com capital humano no tocante à sofisticação produtiva. Esse resultado pode ser justificado pela característica do destino desse recurso (educação básica), cuja disseminação do conhecimento se dá pela homogeneização do conhecimento básico transmitido aos indivíduos, diferindo da variável de anos de estudos, cuja particularidade é notada pela especialização do conhecimento em termos da busca por conhecimento e habilidades em áreas específicas com o ensino superior.

As variáveis referentes à infraestrutura (*desp_tra* e *desp_san*) apresentam coeficientes positivos e significativos (modelos VI e VIII), indicando que a melhoria na infraestrutura de transportes e saneamento é oportuna para sofisticar o tecido produtivo. Logo, o ciclo básico do saneamento, ao prover instrumentalização de um serviço básico às cadeias produtivas setoriais, bem como a infraestrutura de transportes, ao aprimorar a dinâmica de escoamento da produção de bens/serviços, formam elementos estruturais de elevado proveito à dinamização produtiva.

Em linha, os resultados encontrados para a variável investimento público (*desp_cap*) (modelo VII) sustentam a relação positiva entre o gasto público em capital e o aprimoramento produtivo. Tais gastos podem transbordar positivamente para a estrutura produtiva, ocasionando condições para sofisticação.

A variável diversidade produtiva (*Diver*), na maioria das estimações, possui sinais positivos com significância estatística, em consonância com o argumento de que a reunião de *capabilities non-tradable*, quando realizadas em favor de novas atividades, são benéficas ao processo de sofisticação. Portanto, na medida que uma economia se torna hábil em desenvolver novas *capabilities* e impulsionar o processo de coexportação, a diversidade de atividades opera em favor da complexidade.

A variável abertura comercial (*Abert*) apresenta resultados positivos esperados, tendo em vista que economias mais abertas podem apresentar maiores estímulos à diversificação, avultando suas vantagens comparativas, e podem ser beneficiadas pelo processo de estímulo a coexportação de atividades que exigem habilidades correlatas e/ou similares. Outro fator que pode contribuir é a importação de tecnologias, que, ao serem incorporadas, colaboram para a melhoria qualitativa da estrutura produtiva.

Cabe destacar que os sinais obtidos para a variável PIB *per capita* (*PIB_pc*) não apresentam robustez, mas, em alguns modelos foram positivos, indicando que a maior demanda por produtos complexos e o grau de desenvolvimento econômico contribuem para aumentar a complexidade da estrutura produtiva (modelos II, III e IX).

No que se refere aos resultados de curto prazo, os coeficientes do Mecanismo de Correção de Erros (ECM) obtidos são negativos e significativos. O ECM remete à velocidade com que o modelo estimado retorna ao equilíbrio de longo prazo. Em boa parte das especificações, com destaque para os modelos VI, VIII e X, a velocidade de ajuste se mostra lenta, tendo, em média, a necessidade de mais de dois anos para se recuperar de choques de curto prazo. É cabível considerar que, por se tratar de variáveis com características estruturais, esse é um comportamento relativamente esperado, uma vez que mudanças estruturais são mais lentas no tempo. Além disso, a evidência sugere que o perfil exportador em bens primários e manufaturas baseadas em recursos naturais exige mais tempo para lidar com os efeitos de choques e posterior retorno ao equilíbrio de longo prazo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo investigar os fatores estruturais potencialmente determinantes do processo de sofisticação produtiva no longo prazo em economias especializadas em recursos naturais. A abordagem empírica destacou, na concepção da especialização, os efeitos de variáveis representativas da concentração, participação/direcionamento e dinâmica exportadora de bens primários e manufaturas baseadas em recursos naturais no processo de sofisticação produtiva mensurado pelo Índice de Complexidade Econômica (ECI). Também foram observados aspectos estruturais relativos ao capital

humano, infraestrutura, investimento, diversificação produtiva, renda e abertura comercial, elencados como fatores determinantes em direção a um tecido produtivo mais complexo (com maior diversidade e capacidades exclusivas), sobretudo, na forte presença de bens primários ou manufaturas baseadas em recursos naturais na pauta exportadora.

Os resultados encontrados corroboraram com a hipótese levantada no trabalho, segundo a qual, no longo prazo, permanecer com uma significativa concentração de recursos naturais na composição exportadora, bem como forte direcionamento produtivo intensificando a dependência em recursos naturais, pode obstaculizar a sofisticação e exercer efeitos limitantes a uma transição benéfica para tornar uma economia mais diversificada e não ubíqua. Os resultados também indicaram que tempo dedicado à qualificação, melhorias na infraestrutura e investimento público são fatores favoráveis ao aumento da complexidade econômica, evidenciando que a melhora estrutural desses elementos oportuniza maiores possibilidades de desenvolvimento de capacidades locais e, conseqüentemente, contribuem para a sofisticação produtiva a longo prazo.

Os resultados do trabalho sugerem duas direções de enfrentamento a serem perseguidas em busca da sofisticação produtiva. A primeira é relacionada ao forte direcionamento e especialização produtiva em recursos naturais e manufaturas baseadas em recursos naturais, no qual a concentração da estrutura produtiva e do desempenho exportador nessas atividades revelaram ter pouco êxito no processo de sofisticação. Isto porque as *capabilities* associadas são naturalmente reproduzíveis resultando em grande ubiquidade, baixo adensamento do tecido produtivo e permanência no ciclo da *quiescence trap*. Assim, é necessário fomentar atividades e setores que possam romper essa armadilha da baixa complexidade e que conjuntamente aprimorem a migração para uma estrutura produtiva associada com uma trajetória de crescimento sustentado de longo prazo.

A segunda frente remete aos fatores estruturais (infraestrutura, capital humano, diversidade produtiva), cujos aperfeiçoamentos são essenciais para reunir, desenvolver, complementar e aplicar de forma efetiva *capabilities*. Mudanças e aprimoramentos estruturais demandam tempo, acúmulo de conhecimento e de esforços, investimentos vultosos, dentre outras condições. Diante disso, a participação do setor público como um agente ativo nesse processo não deve ser desprezada, de modo que políticas públicas de fomento à diversificação de *capabilities*, fortalecimento institucional, estabilidade política e uma agenda de sofisticação bem estabelecida com foco em fatores estruturais são alguns exemplos de medidas que podem auxiliar na melhoria da estrutura produtiva brasileira e, conseqüentemente, avançar em direção aos benefícios de longo prazo vinculados à sofisticação. Logo, a capacidade de viabilizar o progresso estrutural, em suas diversas frentes está fortemente associada com a atuação pública eficiente e clara rumo ao aprimoramento estrutural, de modo a funcionar como um *push point*, estabelecendo impulsos capazes de transbordar positivamente. Isso se torna especialmente relevante no contexto da armadilha de baixa complexidade, em que a atuação pública eficaz pode impulsionar avanços na trajetória da diversificação e não ubiquidade.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. F. L. et al. Complexidade econômica e desenvolvimento: uma análise do caso latinoamericano. **Novos Estudos CEBRAP**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 247-271, 2018.

ANDRÉS, L; BILLER, D; DAPPE, M. Infrastructure gap in South Asia: infrastructure needs, prioritization, and financing. **Policy Research Working Paper 7032**, Washington: D.C.: World Bank, sep. 2014.

CAMARGO, J.; GALA, P. The resource curse reloaded: revisiting the Dutch disease with economic complexity analysis. **Working Paper 448**, São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, mar. 2017.

CARVALHO, D. E. et al. Complexidade econômica e crescimento do PIB per capita: uma análise de diferenças em diferenças para os municípios brasileiros. In: 50º ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. **Anais...** Fortaleza, dez. 2022.

DATAVIVA. [s. l.], 2022. **Complexidade Econômica**. Disponível em: <http://dataviva.info/pt/rankings/>. Acesso em: 25 set. 2023.

DING, X.; HADZI-VASKOV, M. Composition of Trade in Latin America and the Caribbean. **Working Paper WP/17/42**, International Monetary Fund, mar. 2017.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. **Econometrica**, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987.

ERKAN, B.; YILDIRIMCI, E. Economic complexity and export competitiveness: the case of Turkey. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, Elsevier: v. 195, n. 3, p. 524-533, jul. 2015.

ERKAN, B; CEYLAN, F. Determinants of Economic Complexity in Transitional Economies. **Journal Transition Studies Review**, v. 28, n. 2, p. 57-80, 2021.

FAGGIAN, A.; MODREGO, F.; MCCANN, P. Human capital and regional development. In: CAPELLO, R.; NIJKAMP, P. **Handbook of Regional Growth and Development Theories**, p. 149-171, 2019.

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**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 219-236, 2018.

HARTMANN, D. et al. A. Linking economic complexity, institutions, and income inequality. **World Development**, v. 93, p. 75-93, 2017.

HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. What you export matters. **Journal of Economic Growth**, v. 12, n. 1, p. 1 -25, 2007.

HAUSMANN, R.; HIDALGO, C. Country diversification, product ubiquity, and economic divergence. **HKS Faculty Research Working Paper Series RWP10-045**, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2010.

HIDALGO, C. A. Economic complexity theory and applications. **Nature Reviews Physics**, v. 3, n. 2, p. 92-113, 2021.

HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. The Building Blocks of Economic Complexity. **PNAS**, Cambridge, v. 106, n. 26, p.10.570-10.575, jun. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>.

HIDALGO, C. A. et al. The Product Space Conditions the Development of Nations. **Science**, v. 317, p. 482-487, 2007.

IM, K. S.; PESARAN M. H.; SHIN, Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels. **Journal of Econometrics**, v. 115, n. 1, p. 53-74, jul. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7).

LALL, S. The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998. **QEH Working Paper Series 44**, 2000.

LARA-RODRÍGUEZ, J.; FURTADO, A. T.; ALTIMIRAS-MARTIN, A. Materias primas críticas y complejidad económica en América Latina. **Apuntes del Cenes**, Colômbia, v. 37, n. 65, p. 15-51, 2018.

LEVIN A.; LIN C.; CHU C. J. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. **Journal of Econometrics**, v. 108, n. 1, p. 1-24, 2002.

LYUBIMOV, I. L.; OSPANOVA, A. G. How to make an economy more complex? The determinants of complexity in historical perspective. **Voprosy Ekonomiki**, v. 2, 2019. DOI:[10.32609/0042-8736-2019-2-36-53](https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-2-36-53).

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio Exterior e Serviços. COMEXSTAT. versão 2.0, 2023. **Consultas de exportação e importação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 25 set. 2023.

OECD - Observatory of Economic Complexity. **Rankings**, 2022.

ORSOLIN TEIXEIRA, F.; JOSÉ MISSIO, F.; DATHEIN, R. Economic complexity, structural transformation and economic growth in a regional context: Evidence for Brazil. **PSL Quarterly Review**, v. 75, n. 300, 2022.

PEDRONI, P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 61, n. 1, p. 653-670, 1999.

PEDRONI, P. Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels and the case of purchasing power parity. **Manuscript, Department of Economics**, Indiana University, v. 5, p. 1-45, 1996

PESARAN, M. H. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. **Journal Applied Econometrics**, v. 22, p. 265-312, 2007.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y. An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. In: STROM, S. (ed.). **Econometrics and Economic Theory in the 20th Century**, Cambridge, p. 371-413, 1999.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. P. Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. **Journal of the American Statistical Association**, v. 94, n. 446, p. 621-634, 1999. DOI:[10.2307/2670182](https://doi.org/10.2307/2670182).

SALLES, F. C. et al. A armadilha da baixa complexidade em Minas Gerais: o desafio da sofisticação econômica em um estado exportador de commodities. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 17, p. 33-62, 2018.

THE GROWTH LAB AT HARVARD UNIVERSITY. **Atlas of Economic Complexity**. 2022. Disponível em: <http://www.atlas.cid.harvard.edu>. Acesso em: 10 mai. 2023.

TUROLLA, F. A.; OHIRA, T. H. **A economia do saneamento básico**. Ciclo de debates EITT, do grupo de estudos em economia industrial, trabalho e tecnologia do programa de estudos pós-graduados em economia política da PUCSP, São Paulo, v. 3, 2005.

YALTA, A. Y.; YALTA, T. Determinants of economic complexity in MENA Countries. **JO-EEP: Journal of Emerging Economies and Policy**, v. 6, n. 1, p. 5-16, 2021.

ZHU, S. *et al.* What drives the export sophistication of countries. **Journal of World Economic**, v. 4, p. 28-43, 2010.

ZHU, S; LI, R. 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.