

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
DOUTORADO EM ECONOMIA

RAFAEL MORAES DE SOUSA

Matrícula: 12013ECO004

ENSAIOS SOBRE DETERMINANTES DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA EM
ECONOMIAS INTENSIVAS EM RECURSOS NATURAIS

UBERLÂNDIA

2023

RAFAEL MORAES DE SOUSA

Matrícula: 12013ECO004

ENSAIOS SOBRE DETERMINANTES DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA EM
ECONOMIAS INTENSIVAS EM RECURSOS NATURAIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Economia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Michele Polline Veríssimo.

UBERLÂNDIA

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S725
2023 Sousa, Rafael Moraes de, 1993-
ENSAIOS SOBRE DETERMINANTES DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA
EM ECONOMIAS INTENSIVAS EM RECURSOS NATURAIS [recurso
eletrônico] / Rafael Moraes de Sousa. - 2023.

Orientadora: Michele Polline Veríssimo.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Economia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.527>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Economia. I. Veríssimo, Michele Polline ,1978-
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Economia. III. Título.

CDU: 330

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

RAFAEL MORAES DE SOUSA

Matrícula: 12013ECO004

ENSAIOS SOBRE DETERMINANTES DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA EM
ECONOMIAS INTENSIVAS EM RECURSOS NATURAIS

Data da defesa: 20/09/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Michele Polline Veríssimo (Orientadora)
Instituto de Economia e Relações Internacionais (IERI-UFU)

Prof. Dr. Adilson Giovanini
Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC)

Prof. Dr. Talles Girardi de Mendonça
Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)

Prof. Dr. Carlos César Santejo Saiani
Instituto de Economia e Relações Internacionais (IERI-UFU)

Prof. Dr. Flávio Vilela Vieira
Instituto de Economia e Relações Internacionais (IERI-UFU)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia

Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1J, Sala 218 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4315 - www.ppge.ie.ufu.br - ppge@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Economia				
Defesa de:	Tese de Doutorado, Nº 90, PPGE				
Data:	20 de setembro de 2023	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	17:10
Matrícula do Discente:	12013ECO004				
Nome do Discente:	Rafael Moraes de Sousa				
Título do Trabalho:	Ensaio sobre Determinantes da Complexidade Econômica em Economias Intensivas em Recursos Naturais				
Área de concentração:	Desenvolvimento Econômico				
Linha de pesquisa:	Economia Aplicada				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Comércio Internacional, Crescimento Econômico, Emprego, Crise e Pandemia do COVID-19 nos Municípios de Minas Gerais e do Brasil				

Reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Professores Doutores: Carlos César Santejo Saiani - UFU; Flávio Vilela Vieira - UFU; Adilson Giovanini - UDESC; Talles Girardi de Mendonça - UFSJ; Michele Poline Veríssimo - UFU orientadora do candidato. Ressalta-se que em conformidade com deliberação do Colegiado do PPGE e manifestação da orientadora, a participação do aluno e dos membros da banca ocorreu de forma remota via webconferência. Os professores Adilson Giovanini e Talles Girardi de Mendonça participaram desde as cidades de Florianópolis (SC) e São João del Rei (MG), respectivamente. O aluno participou desde a cidade de São Luís (MA). Os demais membros da banca participaram desde a cidade de Uberlândia (MG).

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Michele Poline Veríssimo, apresentou a Banca Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir a senhora presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Michele Polline Verissimo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/09/2023, às 17:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Vilela Vieira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/09/2023, às 17:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Cesar Santejo Saiani, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/09/2023, às 17:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adilson Giovanini, Usuário Externo**, em 21/09/2023, às 14:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Talles Girardi de Mendonça, Usuário Externo**, em 21/09/2023, às 15:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4809531** e o código CRC **D6AEF834**.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao Eterno. Aos meus pais, Telésforo Neto Ribeiro de Sousa e Elenice da Silva Moraes. Para minha família e todos aqueles que são especiais para mim.

AGRADECIMENTOS

A conclusão de um Doutorado é o encerramento de uma etapa da vida acadêmica e pessoal repleta de desafios. O saldo da minha experiência, desses anos dedicados a pós graduação, representou lidar com um jornada carregada com incertezas e constante questionamento de minhas capacidades, ao mesmo tempo que é gratificante reconhecer o aprimoramento técnico e as conquistas pontuais que a persistência me presenteou. Em minha perspectiva, o fim desse ciclo de pós graduação é resultado da combinação de fatores balizados nas relações pessoais e institucionais. Portanto, essa curta seção de agradecimentos foca em alguns destaques desse processo, mas de forma alguma exaure toda gratidão por aqueles que me auxiliaram das mais diversas formas.

A base espiritual não poderia deixar de ser mencionada. A *benção* de poder ter a oportunidade de ingressar na vida acadêmica é algo pelo qual sou muito grato, sobretudo, em um país tão desigual.

O suporte pessoal mais sólido, com toda certeza, é o familiar. Uma vida inteira de agradecimentos ainda não será suficiente para equilibrar todo o amor, a sustentação e a estrutura proporcionados pelos meus pais, Elenice da Silva Moraes e Telésforo Neto Ribeiro de Sousa, e família.

As amigas construídas nesse caminho são verdadeiros presentes. Agradeço cordialmente a Karina Palmieri de Almeida, Camila Lima Bazani, Vinícius Rezende Rosa, Ariana Cericatto da Silva e muitos outros que se fizeram presentes em momentos de altos e baixos, pessoas especiais que muito contribuíram ao longo de todos esses anos.

A estrutura institucional é um elemento primordial na construção do conhecimento. Nesse sentido, sou imensamente grato ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE-UFU) e todos os profissionais que fazem dessa instituição um ambiente de mais elevada qualidade no ensino, pesquisa e extensão. Bem como, cabe a menção a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro que possibilitou a minha dedicação exclusiva.

Por fim, um agradecimento especial para à Profa. Dra. Michele Polline Veríssimo. A Profa. Michele se encaixa na interseção entre os agradecimentos nos âmbitos pessoal e institucional. Uma frase de conhecimento popular atribuída a Confúcio expressa muito bem a percepção que levarei dessa excelente profissional, “*a palavra convence, mas o exemplo arrasta*”. Meus mais sinceros agradecimentos pelo altíssimo nível de orientação, postura profissional e disposição para me auxiliar sempre que necessário.

“Se podes olhar, vê. Se podes ver, repara”.

(José Saramago)

*“A história não se repete, mas frequentemente
rима”.*

(Mark Twain)

RESUMO

A experiência das economias intensivas em recursos naturais com o crescimento econômico é notabilizada pela constante necessidade de superar desafios estruturais, sendo um dos principais entraves manifestado pela incapacidade em prover uma benéfica mudança de sua estrutura produtiva em favor da diversificação de suas atividades. Soma-se a isso, os desafios na busca de um nível de sofisticação produtiva compatível com uma trajetória sustentada de crescimento de longo prazo. Com essa problemática em perspectiva, a tese tem por objetivo investigar empiricamente elementos apontados como determinantes/estruturantes do contexto de sofisticação da estrutura produtiva, via abordagem instrumental e teórica da Complexidade Econômica, dando destaque aos elementos que favorecem ou dificultam a complexidade em economias baseadas em recursos naturais. Para esse propósito, a tese foi organizada em três ensaios que associam o padrão de especialização, medidas estruturais e relações espaciais ao processo de melhoria da complexidade econômica, perfazendo análises com enquadramento internacional para um conjunto de países selecionados, nacional para os estados brasileiros e subnacional para os municípios de São Paulo e Minas Gerais. Dessa forma, seguem como linha investigativa: 1) Os efeitos dos canais condicionantes de uma estrutura produtiva e exportadora baseada em recursos naturais sobre a complexidade econômica; 2) A concentração das exportações em recursos naturais como possíveis obstáculos de sofisticação produtiva; e 3) As interações de proximidade espacial da sofisticação produtiva. O primeiro ensaio aborda as características condicionantes da estrutura produtiva e do padrão de especialização em um contexto de longo prazo. Por meio da complementariedade entre as premissas teóricas da Complexidade Econômica e da literatura da Maldição dos Recursos Naturais (MRN), o ensaio associa os canais de instabilidade (volatilidade cambial) e estrutura institucional (qualidade das instituições) para verificar os efeitos de longo prazo nos Indicadores de Complexidade Econômica (ECI), tomado como *proxy* do desenvolvimento das capacidades locais que resultam em diversificação e na sofisticação da estrutura produtiva e exportadora. Para tanto, foi empregada análise de cointegração para dados em painel (PMG) estruturados em uma amostra de 54 países, com distintos níveis de desenvolvimento econômico, bem como selecionados também a partir de um critério baseado em sua estrutura exportadora, no período de 1995 a 2018. O procedimento econométrico percorreu a investigação dos efeitos da volatilidade da taxa de câmbio real efetiva e da qualidade institucional sobre o grau de complexidade econômica que um país consegue atingir. Os resultados indicam a influência que os dois canais testados exercem sobre a complexidade econômica dos países, em especial, naqueles com predominância exportadora de produtos primários e manufaturas baseados em recursos naturais. O segundo ensaio analisa os fatores determinantes/estruturais da sofisticação produtiva no Brasil, com uma abordagem para a dinâmica da complexidade econômica nos estados brasileiros, destacando, sobretudo, os efeitos da concentração em recursos naturais na sofisticação produtiva e exportadora. Por se basear em uma perspectiva de longo prazo, de modo análogo ao ensaio 1, foram aplicados modelos de cointegração para dados em painel (PMG) com as 27 unidades federativas do Brasil, no período de 2002 a 2017, cuja finalidade consiste que os resultados do fator de especialização (concentração dos recursos naturais na pauta exportadora) e dos fatores estruturais (infraestrutura, capital humano, diversidade produtiva, renda, abertura comercial) representem relações de longo prazo. Os resultados expressam que a especialização em produtos primários, manufaturas baseadas em recursos naturais e na indústria de baixa intensidade tecnológica revela ter pouco êxito no processo de sofisticação, de modo a insistência nesse padrão pode aprofundar o cenário de armadilha da baixa complexidade. Em sequência, o terceiro ensaio investiga a hipótese de beneficiamento espacial da complexidade das atividades e produtos nos municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais, escolhidos como exemplo de locais com maior e menor complexidade

econômica, respectivamente. Supõe-se que a proximidade com regiões mais complexas desencadeia uma relação de transbordamento positivo, resultante da aquisição e acumulação das *capabilities non-tradeable* (desenvolvidas localmente), especialmente, nas regiões com maior diversidade produtiva (metropolitanas e com dinâmicas econômicas mais intensas). A metodologia utilizada envolve a mensuração do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para todos os municípios de São Paulo e Minas Gerais; a aferição do I de Moran e do Local *Indicator of Spatial Association* (LISA); e a estimação de regressões espaciais baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG). Os resultados confirmam a existência de relações de dependência espacial da complexidade das atividades e revelam que o processo de sofisticação da estrutura produtiva possui um componente espacialmente dependente, indicando que as relações de vizinhança nos municípios de São Paulo e Minas Gerais são relevantes. Além disso, o tipo de especialização regional é um fator significativo no processo de formação dos *clusters* de complexidade.

Palavras-chave: Complexidade Econômica; Recursos Naturais; Especialização; Sofisticação; Proximidade Espacial.

ABSTRACT

The experience of natural resources-based economies with economic growth is notable for the constant need to overcome structural challenges, one of the main obstacles manifested by the inability to provide a beneficial change in their productive structure in favor of their activities diversification. Added to this are the challenges in seeking a level of productive sophistication compatible with a sustained trajectory of long-run growth. With this issue in perspective, this thesis aims to empirically investigate elements identified as determining/structuring within a context of the productive structure sophistication, via an instrumental and theoretical approach of Economic Complexity, highlighting the elements that favor or frustrate the complexity economy in natural resource-based economies. For this purpose, the thesis was organized into three essays, which associate specialization pattern, structural measures and spatial relationships with the process of improving economic complexity, performing analyzes with an international framework for a set of selected countries, national for the Brazilian states and subnational for the municipalities of São Paulo and Minas Gerais. In this way, they follow as an investigative line: 1) The effects of the conditioning channels of a productive and exporting structure based on natural resources on the economic complexity; 2) The concentration of natural resources exports as possible obstacles to productive sophistication; and 3) The spatial proximity interactions of productive sophistication. The first essay deals with the conditioning characteristics of the productive structure and the specialization pattern in a long-run context. Through the complementarity between the theoretical assumptions of Economic Complexity and the Curse of Natural Resources (MRN) literature, the essay associates the channels of instability (exchange rate volatility) and institutional structure (quality of institutions) to verify the long-run effects on the Indicators of Economic Complexity (ECI), taken as a proxy for the development of local capabilities that result in diversification and sophistication of the production and export structure. For that, it uses a cointegration analysis for panel data (PMG) structured on a sample of 54 countries, with different levels of economic development, as well as selected based on a criterion based on their export structure, in the period of 1995 to 2018. The econometric procedure covered the investigation of the effects of the volatility of the real effective exchange rate and institutional quality on the degree of economic complexity that a country can reach. The results indicate the influence that the two tested channels exert on the economic complexity of the countries, in particular, on those with a predominance of exports of primary products and manufactures based on natural resources. The second essay analyzes the determining/structural factors of productive sophistication in Brazil, with an approach to the dynamics of economic complexity in the states, highlighting, above all, the effects of concentration in natural resources on the country's productive and export sophistication. Because it is based on a long-run perspective, similarly to test 1, cointegration models for panel data (PMG) were applied with the 27 Federative Units of Brazil, in the period from 2002 to 2017, whose purpose is that the results the specialization factor (concentration of natural resources in the export basket) and the structural factors (infrastructure, human capital, diversity, income, trade opening) represent long-run relationships. The results show that specialization in primary products, manufacturing based on natural resources and low-tech industry proved to be unsuccessful in the sophistication process, so insistence on this pattern could deepen a low-complexity trap scenario. In sequence, third essay investigates the hypothesis of spatial improvement of the complexity of activities and products in the municipalities of São Paulo and Minas Gerais states, which were taken as an example of places with greater and lesser economic complexity, respectively. It is assumed that proximity to more complex regions triggers a positive overflow relationship, resulting from the acquisition and accumulation of non-tradeable capabilities (locally developed), especially in regions with greater productive diversity (metropolitan and with more intense economic dynamics). The

methodology involves measuring the Economic Complexity Indicator (ECI) for all São Paulo and Minas Gerais municipalities; Moran's I and the Local Indicator of Spatial Association (LISA); and estimation of spatial regressions based on Global Scope Spatial Dependency Models (MEAG). The results confirm the existence of spatial dependence relations on activities complexity and reveal that the productive structure sophistication process has a spatially dependent component, indicating that neighborhood relations in São Paulo and Minas Gerais municipalities are relevant. Furthermore, the regional specialization pattern is a significant factor in the formation process of complexity clusters.

Keywords: Economic Complexity; Natural Resources; Specialization; Sophistication; Spatial Proximity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Complexidade econômica e recursos naturais dos estados brasileiros, 2002-2017, (média do período).....	64
Figura 3.1 – Distribuição do ECI dos municípios de São Paulo (2019).....	99
Figura 3.2 – Distribuição do ECI dos municípios de Minas Gerais (2019)	101
Figura 3.3 – Dispersão nos municípios de São Paulo: PIB per capita x ECI (2019)	102
Figura 3.4 – Dispersão nos municípios de Minas Gerais: PIB <i>per capita</i> x ECI (2019)	102
Figura 3.5 – Diagrama de dispersão I de Moran univariado (complexidade econômica dos municípios de São Paulo 2019)	109
Figura 3.6 – Diagrama de dispersão I de Moran univariado (complexidade econômica dos municípios de Minas Gerais 2019).....	110
Figura 3.7 – LISA: ECI dos municípios de São Paulo (2019)	111
Figura 3.8 – LISA: ECI dos municípios de Minas Gerais (2019)	112
Figura C.1 – Mapa de Contiguidade do tipo QUEEN, São Paulo (2019)	130
Figura C.2 – Mapa de Continuidade do tipo QUEEN, Minas Gerais (2019).....	130
Figura C.3 – Mapa de Conectividade Espacial, São Paulo (2019).....	131
Figura C.4 – Mapa de Conectividade Espacial Minas Gerais	131
Figura C.5 – Mapa de Significância, São Paulo (2019)	132
Figura C.6 – Mapa de Significância, São Paulo (2019)	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Testes de raiz unitária	36
Tabela 1.2 – Teste de Cointegração de Pedroni	37
Tabela 1.3 – Coeficientes de Longo Prazo e ECM: Amostra Completa (Índice de Complexidade Econômica: variável dependente)	38
Tabela 1.4 – Coeficientes de Longo Prazo e ECM: Amostra Restrita a Países Baseados em Recursos Naturais (Índice de Complexidade Econômica: variável dependente)	38
Tabela 2.1 – Diversidade das exportações dos estados brasileiros (2002, 2010 e 2017) (em unidades de produtos)	66
Tabela 2.2 – Testes de raiz unitária	74
Tabela 2.3 – Teste de Cointegração de Pedroni	75
Tabela 2.4 – Coeficientes de Longo Prazo e ECM (Índice de Complexidade Econômica: variável dependente)	76
Tabela 3.1 – Ranking da complexidade econômica (ECI) dos municípios do estado de São Paulo (2019)	98
Tabela 3.2 – Ranking da complexidade econômica (ECI) dos municípios do estado de Minas Gerais (2019)	100
Tabela 3.3 – Estimativas dos Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global - municípios de São Paulo (Maximum Likelihood Estimation) - Variável dependente: ECI São Paulo, 2019	114
Tabela 3.4 – Estimativas dos Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global - municípios de Minas Gerais (Maximum Likelihood Estimation) - Variável dependente: ECI Minas Gerais, 2019	115
Tabela C.1 – Índice de Complexidade do Produto, São Paulo (2019)	127
Tabela C.2 – Índice de Complexidade do Produto, Minas Gerais (2019)	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Estimações da volatilidade da taxa de câmbio real efetiva no modelo ARCH/GARCH (1995-2018).....	32
Quadro 1.2 – Variáveis, fontes e sinais esperados	34
Quadro A.1 – Lista de países, perfil da pauta exportadora e classificação tecnológica das exportações	49
Quadro A.2 – Síntese das características do perfil exportador dos países da amostra completa	52
Quadro 2.1 – Variáveis, fontes e sinais esperados	70
Quadro B.1 – Produtos analisados para a construção da variável Concentração da Pauta Exportadora em Recursos Naturais (<i>Part_Rec</i>) (SITC rev.3) (Lall (2000)).....	88
Quadro 3.1 – Definição das variáveis.....	107

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
ENSAIO 1 - EFEITOS DE LONGO PRAZO DA VOLATILIDADE DA TAXA DE CÂMBIO REAL E DA QUALIDADE INSTITUCIONAL SOBRE A COMPLEXIDADE ECONÔMICA	18
1.1 Introdução	19
1.2 Complexidade econômica, taxa de câmbio, instituições e crescimento econômico	21
1.3 Metodologia e base de dados	29
1.4 Resultados	35
1.5 Considerações finais.....	41
1.6 Referências.....	43
APÊNDICE A	48
ENSAIO 2 - DETERMINANTES DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA EM ECONOMIAS BASEADAS EM RECURSOS NATURAIS: UMA ANÁLISE COM DADOS DOS ESTADOS BRASILEIROS	54
2.1 Introdução	55
2.2 Fundamentação teórica: recursos naturais, diversificação e sofisticação produtiva	57
2.3 Evidências empíricas.....	59
2.4 Complexidade econômica e perfil das exportações dos estados brasileiros.....	63
2.5 Metodologia e dados	68
2.6 Resultados e discussão	74
2.7 Considerações finais.....	80
2.8 Referências.....	82
APÊNDICE B	87
ENSAIO 3 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA NOS MUNICÍPIOS DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS: A PROXIMIDADE IMPORTA?.....	89
3.1 Introdução	90
3.2 Relações teórico-empíricas: espaço, estrutura e complexidade	92
3.3 Elaboração do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) e a distribuição espacial nos estados de São Paulo e Minas Gerais.....	95
3.4 Metodologia e dados	103
3.5 Resultados e discussão	108
3.6 Considerações finais.....	120
3.7 Referências.....	123
APÊNDICE C	126
CONCLUSÃO	133
REFERÊNCIAS.....	139

INTRODUÇÃO

Uma das grandes questões que permeia a evolução do pensamento econômico remete aos fatores que articulam as contribuições do comércio internacional e da estrutura produtiva ao processo de crescimento econômico de longo prazo. Frente a essa problemática, a literatura focalizada na associação entre crescimento econômico e desempenho exportador incisivamente ressalta a contribuição das exportações para explicar a dinâmica econômica, tanto pelo estímulo à demanda pelos produtos domésticos, quanto pelo relaxamento da restrição externa ao crescimento, ao representar uma fonte de divisas internacionais para um país (KALDOR, 1957; THIRLWALL, 1979). Na mesma medida, o padrão de especialização da estrutura produtiva e exportadora também é discutido como relevante para explicar o crescimento de longo prazo e as diferenças de renda observadas em diversas economias, sugerindo que o tipo de estrutura produtiva guarda uma relação direta com a trajetória de crescimento de longo prazo. Tal proposição é reforçada, quando se interpreta os estágios de desenvolvimento como um esforço hábil em suscitar e recrutar recursos e habilidades ocultas, dispersas ou mal utilizadas, sugerindo que sejam medidas que demandam coordenação para além da simples identificação e combinações ótimas para um conjunto dado de recursos (substitutibilidade de fatores). Nessa linha, as diversas *capabilities*, conhecimentos e fatores necessários ao desenvolvimento são obtidos ao longo do próprio processo de desenvolvimento como uma relação de complementariedade (SACHS; WARNER, 1995; HIRSCHMAN, 1958).

Neste sentido, cabe destacar o desenvolvimento relativamente recente de uma ferramenta teórica e analítica que vem obtendo forte disseminação pelos estudiosos das relações entre crescimento econômico, mudanças estruturais e comércio internacional, a saber, a abordagem da Complexidade Econômica, proposta por Hidalgo e Hausmann (2009). Estes autores partem da hipótese de que a estrutura produtiva de uma economia é determinada pelo conjunto de capacidades que são necessárias para se produzir certo bem. Quanto mais complexas são tais capacidades, ou seja, quanto mais diversas e exclusivas, maior a possibilidade de a economia desenvolver produtos novos a partir delas (o chamado *product space*). Deste modo, o tipo de especialização produtiva tem efeitos diferentes sobre o crescimento econômico, uma vez que alguns produtos possuem uma rede densa de conexões, ajudando o país (ou região) a desenvolver várias capacidades, enquanto outros não possuem o mesmo efeito.

A partir desse contexto, a presente Tese de Doutorado tem como objetivo geral avançar sobre a discussão dos fatores determinantes da complexidade econômica, sobretudo, em

economias com baixo nível de sofisticação produtiva (especializadas em produtos primários e/ou manufaturas baseadas em recursos naturais). A hipótese geral da tese firma-se na compreensão de que a trajetória de expansão para uma estrutura produtiva mais complexa é um processo longo e gradual, portanto, é razoável considerar a existência de dinâmicas espaciais no desenvolvimento e transbordamento de habilidades locais que auxiliam na passagem de uma estrutura menos complexa para uma mais sofisticada. Além disso, a depender da especialização produtiva, pressupõe-se que existem canais condicionantes para a sofisticação que, se não forem controlados adequadamente, podem conduzir a economia aos efeitos deletérios de uma especialização regressiva, com baixo adensamento da estrutura produtiva, obstaculizando a convergência a um nível de renda mais elevado no longo prazo.

A investigação da hipótese geral da tese é realizada por meio de três ensaios correlacionados. O primeiro ensaio examina, a partir de dados de um conjunto de países (com distintas estruturas produtivas e níveis de desenvolvimento), o alinhamento e a complementaridade da literatura sobre Complexidade Econômica e a Teoria da Maldição dos Recursos Naturais (MRN) por meio da análise da relação de dois canais de transmissão da MRN (volatilidade da taxa de câmbio real e qualidade institucional) e seus possíveis efeitos negativos sobre a sofisticação do tecido produtivo. A metodologia adotada é o *Pooled Mean Group* (PMG), que possibilita estimar um painel de cointegração e obter estimadores de longo prazo. Assim, a elaboração empírica objetiva ordenar os 54 países da amostra a partir da classificação de intensidade tecnológica de Lall (2000), cuja finalidade consiste em testar os efeitos de um canal de instabilidade (volatilidade da taxa de câmbio real) e de três medidas utilizadas como *proxys* do comportamento institucional (Eficácia do governo, Qualidade regulatória e Controle da corrupção) acerca do grau de complexidade econômica que um país consegue atingir.

O segundo ensaio é pautado pela análise dos principais aspectos determinantes da sofisticação produtiva em economias baseadas em recursos naturais, como é o caso do Brasil. O objetivo consiste em realizar uma investigação empírica sobre os efeitos das exportações de bens primários e manufaturas baseadas em recursos naturais (como medida de especialização/diversificação produtiva) sobre a complexidade econômica, com base nos dados de exportação (aplicados critérios de intensidade tecnológica da NACE) e do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para as 27 unidades federativas brasileiras, fornecidos pelo Instituto DATAVIVA, no período de 2002 a 2017. Para isso, tal como pretendido no ensaio 1, o centro da investigação consiste na análise de efeitos de longo prazo, portanto, aplica-se o modelo de cointegração em painel *Pooled Mean Group* (PMG), com destaque para as variáveis de interesse que retratam os efeitos dos recursos naturais (Concentração nas exportações,

Participação no PIB e Valor Exportado) para um conjunto de variáveis que representam fatores estruturais de sofisticação (Capital Humano, PIB *per capita*, Diversidade Produtiva, Abertura Comercial, Qualidade da Infraestrutura).

O terceiro ensaio analisa as características regionais dos municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais acerca dos elementos espaciais relevantes no processo de formação de aglomerações/*clusters* de complexidade. A delimitação geográfica quanto aos municípios dos estados escolhidos se justifica pelo aparente contraste de suas estruturas produtivas, na medida em que o ensaio pretende investigar se duas estruturas produtivas distintas são capazes de possuir efeitos de transbordamento da sofisticação similares. Em vista disso, cabe ressaltar que a configuração produtiva revela o estado de São Paulo como mais sofisticado e de estrutura produtiva com maior intensidade tecnológica. Por outro lado, o estado de Minas Gerais é caracterizado por uma estrutura produtiva baseada em recursos naturais e baixa-média intensidade tecnológica (COMEXVIS, 2019; DATAVIVA, 2019; OEC; 2019).

Assim sendo, o intuito é utilizar elementos da Econometria Espacial, a partir de dados dos municípios dos estados analisados, para identificar os *clusters* e apurar a existência de uma relação (positiva e significativa) entre a proximidade geográfica e a sofisticação produtiva. Outra contribuição do ensaio envolve a mensuração do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para todos os municípios de São Paulo e Minas Gerais, a aferição do I de Moran e do *Local Indicator of Spatial Association* (LISA) e a estimação de regressões espaciais baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG).

Diante do exposto, os ensaios percorrem caminhos de investigação empírica balizados pela análise do papel da especialização produtiva abrangendo tanto um contexto internacional, quanto regional, levando em conta um elemento comum, que são os aspectos determinantes da sofisticação produtiva. Portanto, as três propostas contribuem para a literatura ao aprofundar a discussão dos fatores determinantes e de prováveis obstáculos ao avanço da sofisticação produtiva em economias que partem de um padrão de especialização baseado em recursos naturais ou bens de baixa intensidade tecnológica. Assim, ao adotar metodologias empíricas direcionadas a três problemáticas ainda pouco trabalhadas especialmente na literatura econômica nacional, a tese contribui ao fornecer evidências sobre: i) os efeitos dos canais condicionantes de uma estrutura produtiva e exportadora baseada em recursos naturais sobre a complexidade econômica; ii) a concentração das exportações em recursos naturais como possíveis obstáculos de sofisticação produtiva; e, iii) as interações de proximidade espacial da sofisticação produtiva em uma perspectiva regional.

ENSAIO 1 - EFEITOS DE LONGO PRAZO DA VOLATILIDADE DA TAXA DE CÂMBIO REAL E DA QUALIDADE INSTITUCIONAL SOBRE A COMPLEXIDADE ECONÔMICA

Resumo

Este ensaio verifica se a volatilidade da taxa de câmbio real e a qualidade institucional, associados como variáveis condicionantes da especialização produtiva das economias, podem exercer impactos negativos sobre a capacidade dos países alcançarem níveis mais elevados de complexidade econômica, sobretudo, naqueles com pauta exportadora dominada por bens primários e baseados em recursos naturais. A metodologia utilizada na investigação envolve a estimação de um painel de cointegração, por meio do *Pooled Mean Group* (PMG), com dados de 1995 a 2018 para uma amostra de 54 países com diferentes níveis de desenvolvimento econômico. As evidências indicam que a volatilidade da taxa de câmbio real é um obstáculo para implementação de medidas estruturais que visam sofisticar e diversificar o tecido produtivo de um país. Ainda, os resultados confirmam que a qualidade institucional possui efeitos positivos sobre a complexidade econômica, evidenciando que instituições superiores em qualidade proporcionam melhores possibilidades de desenvolvimento de habilidades (*skills*) locais.

Palavras-chave: Complexidade Econômica; Câmbio; Instituições; Painel; Cointegração.

Abstract

This essay examines whether the real exchange rate volatility and institutional quality, associated as conditioning variables of productive specialization, can exert negative impacts on the ability of countries to reach higher levels of economic complexity, especially those with exports basket dominated by primary goods and natural resource based. The methodology used in the research involves the estimation of a cointegration panel, through the Pooled Mean Group (PMG), with data from 1995 to 2018 for a sample of 54 countries with different levels of economic development. The evidence indicates that the real exchange rate volatility is an obstacle to implementing structural measures aimed at sophisticating and diversifying the productive structure of a country. Furthermore, the results confirm that institutional quality has positive effects on economic complexity, showing that higher quality institutions provide better possibilities for the local skills development.

Keywords: Economic Complexity; Exchange Rate; Institutions; Panel; Cointegration.

1.1 Introdução

Com base no argumento de que a chave da prosperidade econômica está na eficiência de um país (ou região) em reunir capacidades diversas que permitam a diversificação da estrutura produtiva e exportadora, Hidalgo e Hausmann (2009) desenvolveram uma metodologia de grande aceitação em diversas correntes de pensamento na literatura econômica, qual seja, a abordagem da Complexidade Econômica. Esta metodologia, que almeja medir a complexidade e a diversidade da estrutura produtiva de uma localidade, é baseada na percepção, a partir dos dados do comércio internacional, sobre os produtos com maiores participações na pauta exportadora que possibilitam a obtenção de maior grau de diversidade (número de produtos que o país ou região exporta com vantagem comparativa) e menor ubiquidade (número de países ou regiões que exportam dado produto com vantagem comparativa), definindo quais tipos de habilidades são necessárias para se atingir determinado perfil produtivo.

A partir da definição do Índice de Complexidade Econômica ou *Economic Complexity Index* (doravante ECI), estudiosos do comércio internacional e das mudanças estruturais vêm agregando ao seu escopo de análise essa ferramenta teórica e instrumental, aplicando-a em diversas perspectivas, seja como *proxy* de aquisição de *capabilities*, como variável dependente na busca de seus aspectos determinantes em economias com baixo grau de sofisticação produtiva, ou na explicação do crescimento em economias com distintos níveis de desenvolvimento.

Por um lado, a interpretação da complexidade econômica adverte como as disparidades estruturais, via diversificação e não ubiquidade, resultantes do acúmulo de capacidades locais não comercializáveis (*capabilities non-tradable*), influem positivamente na trajetória de crescimento de longo prazo dos países hábeis em gerar uma mudança estrutural em benefício aos produtos/atividades mais sofisticados, qualificados também por maiores adensamentos no *product space*¹. Por outro, na contramão, as economias intensivas em recursos naturais confrontam-se com obstáculos não desprezíveis para usufruir de consideráveis favorecimentos de uma melhor estrutura produtiva. Tal perspectiva é complementada pela abordagem da Maldição dos Recursos Naturais (MRN), que apregoa a relação entre o padrão de especialização da estrutura produtiva e exportadora e o crescimento de longo prazo,

¹ Segundo Hidalgo e Hausman (2009), o *product space* (espaço do produto) se refere ao conjunto de produtos que pode ser obtido a partir das capacidades inerentes aos produtos que já são produzidos com vantagens comparativas pela localidade. Assim, se a estrutura produtiva é baseada em bens com maior sofisticação tecnológica (localizados no centro do *product space*), é possível utilizar as capacidades possuídas para produzir e coexportar uma maior variedade de bens.

sobretudo, ressaltando os elementos que vinculam uma estrutura produtiva baseada em recursos naturais ao baixo crescimento econômico. Ademais, enfatiza como elemento central dos entraves estruturais ao crescimento econômico de longo prazo, a incapacidade de as economias em lidar com os canais de transmissão da MRN.

Considerando tais possíveis aplicações, o presente ensaio pretende dialogar com duas abordagens que associam o comércio internacional ao padrão de especialização produtiva das economias e ao potencial de crescimento econômico que pode ser alcançado por elas no longo prazo. A primeira consiste na metodologia instrumental da Complexidade Econômica de Hidalgo e Hausmann (2009), que relaciona o desenvolvimento das capacidades locais que permitam a diversificação e a sofisticação da estrutura produtiva e exportadora ao crescimento econômico. A segunda se refere à literatura da Maldição dos Recursos Naturais (MRN), a qual pressupõe uma relação negativa entre a especialização em recursos naturais e o crescimento econômico (SACHS; WARNER, 1995), verificada, sobretudo, em economias exportadoras de petróleo e minerais, e com baixa qualidade institucional.

Neste sentido, a partir de uma análise de cointegração com dados em painel para uma amostra de 54 países com distintos níveis de desenvolvimento econômico no período de 1995 a 2018, pretende-se investigar os efeitos de dois dos canais de transmissão da MRN que podem refletir em mudanças estruturais nas economias – a volatilidade da taxa de câmbio real efetiva e a qualidade institucional – sobre o grau de complexidade econômica que um país consegue atingir.

Parte-se da hipótese de que a volatilidade da taxa de câmbio real e a baixa qualidade institucional possuem efeitos negativos em países que direcionam sua estrutura produtiva e exportadora para bens primários e manufaturas de baixa intensidade tecnológica, tornando-se obstáculos no longo prazo ao redirecionamento das economias para uma estrutura produtiva mais complexa. Isso ocorre porque tais canais prejudicam as tentativas de implementação e difusão das capacidades no tecido produtivo do país (ou região) em direção a uma estrutura produtiva e exportadora mais sofisticada.

O ensaio contribui com a literatura na medida em que proporciona um diálogo entre duas abordagens acerca da especialização produtiva e comercial, fornecendo evidências de que as teorias da Complexidade Econômica e da MRN possuem aspectos complementares e podem compor uma interessante agenda de pesquisa voltada à discussão dos obstáculos ao crescimento de longo prazo em economias baseadas em recursos naturais. Além disso, o artigo inova ao investigar empiricamente os efeitos de variáveis que podem contribuir para alterações no grau

de complexidade econômica, utilizando medidas de volatilidade cambial (estimadas por modelos ARCH/GARCH) e *proxies* alternativas para mensurar a qualidade institucional.

Para proceder a investigação proposta, o ensaio está organizado em cinco seções, incluindo a introdução e as considerações finais. A segunda seção sistematiza os aspectos teóricos que dão suporte à elaboração do modelo econométrico estimado. A terceira seção apresenta as estratégias empíricas adotadas. A quarta seção discute os resultados obtidos.

1.2 Complexidade econômica, taxa de câmbio, instituições e crescimento econômico

Uma das grandes questões que permeia o pensamento econômico remete aos fatores que explicam as diferenças de renda entre as economias e as contribuições do comércio internacional ao crescimento do produto. Tais discussões incluem o papel das exportações como fonte de demanda externa na determinação do produto nacional (KALDOR, 1957; THIRLWALL, 1979), bem como a importância do padrão de especialização da estrutura produtiva e exportadora (KRUGMAN, 1994; SACHS; WARNER, 1995; RODRIK, 2009), dentre outros aspectos.

Neste sentido, cabe destacar o desenvolvimento relativamente recente de uma ferramenta analítica fortemente disseminada pelos estudiosos das relações entre crescimento econômico, mudanças estruturais e comércio internacional, a saber, a teoria da Complexidade Econômica, proposta por Hidalgo e Hausmann (2009). Os autores partem da hipótese de que a estrutura produtiva de uma economia é determinada pelo conjunto de capacidades (*skills*) que são necessárias para se produzir certo bem. Quanto mais complexas são tais capacidades, ou seja, quanto mais diversas e exclusivas, maior a possibilidade de a economia desenvolver produtos novos a partir delas (o chamado *product space*).

De acordo com a discussão sobre complexidade econômica, o tipo de especialização produtiva tem consequências diferentes sobre o processo de crescimento econômico, uma vez que alguns produtos possuem uma rede densa de conexões, ajudando o país ou região a desenvolverem várias capacidades, enquanto outros não possuem o mesmo efeito. Assumindo que as vantagens comparativas dos países ou regiões são reveladoras do grau de especialização produtiva, Hidalgo e Hausmann (2009) observam que, se uma economia consegue exportar um determinado produto com vantagem comparativa, ela possui as capacidades necessárias para sua produção. Por conseguinte, sua complexidade está relacionada à complexidade dos produtos exportados por ela.

Considerando que, apesar dos benefícios advindos das relações comerciais, as disparidades de renda entre diversas economias continuaram se aprofundando ao longo do tempo, torna-se razoável presumir que existem características relativas ao desempenho econômico que não podem ser importadas (como infraestrutura, regulação, habilidades especiais da força de trabalho, etc.), mas precisam ser desenvolvidas internamente. Portanto, presume-se que o desempenho de um país está diretamente ligado à eficiência em diversificar suas capacidades locais não comercializáveis, e, em vista disso, “as diferenças de renda entre os países podem ser explicadas por diferenças na complexidade econômica, medida pela diversidade de capacidades presentes em um país e suas interações” (HIDALGO; HAUSMANN, 2009, p. 10.570,).

A grande contribuição dessa perspectiva consiste na construção de um instrumento matemático, denominado Método das Reflexões, em que é possível derivar, a partir de dados do comércio internacional, o chamado Índice de Complexidade Econômica (ECI). De acordo com *Observatory of Economic Complexity* (2020), a estimação da complexidade econômica envolve mensurar a complexidade dos locais (países, regiões, municípios) e das atividades presentes neles (produtos, indústrias, tecnologias). A intuição da metodologia é a de que as atividades presentes, produzidas ou exportadas, de um local carreguem informações sobre a complexidade dele, enquanto os locais onde uma atividade está presente carregam informações sobre a complexidade necessária para realizar uma atividade.

A partir da matriz de adjacência M_{cp} , representando as atividades (p) presentes em uma localização (c), o Método das Reflexões consiste em calcular iterativamente o valor médio dos vizinhos de um nó, ou seja, faz a interação simultânea dos dados do comércio internacional (exportações e importações) dos países relacionados na matriz, de modo que o método produz um conjunto simétrico de variáveis para os dois tipos de nós na rede (países e produtos). São considerados apenas os produtos em que o país possua Vantagem Comparativa Revelada (VCR), conforme a equação 1.1, a seguir:

$$VCR_{cp} = (X_{cp}^{local}/X_c^{local})/(X_p^{mundo}/X^{mundo}) \quad (1.1)$$

sendo X_{cp}^{local} as exportações locais 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 totais mundiais.

Define-se na matriz $M_{cp} = 1$ 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. Assim, é possível alcançar as duas medidas de interesse expressas pelas equações 1.2 e 1.3:

$$K_c = \frac{1}{M_c} \sum_p M_{cp} K_p \quad (1.2)$$

$$K_p = \frac{1}{M_p} \sum_c M_{cp} K_c \quad (1.3)$$

sendo K_c a complexidade da localização e K_p a complexidade do produto.

Substituindo (1.3) em (1.2), é equivalente a diagonalizar a seguinte matriz:

$$\tilde{M}_{cc} = \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{M_c M_p} \quad (1.4)$$

onde $M_c = \sum_p M_{cp}$ representa o número de atividades (diversidade) do país e $M_p = \sum_c M_{cp}$ expressa a ubiquidade de uma atividade.

Hidalgo e Hausmann (2009) observam que os produtos complexos são resultado da combinação de capacidades diversas e exclusivas. A diversidade é mensurada pelo número de produtos exportados por um país, sendo que, quanto mais produtos exportados, maior a diversidade de capacidades disponíveis. A exclusividade é medida pelo número de países que exportam o mesmo produto, em que, quanto menor o número de países, mais exclusivas são as capacidades disponíveis. Assim, a complexidade do produto (PCI) é obtida por meio da interação entre as medidas de diversidade e exclusividade.

A complexidade da localidade (ECI) é mensurada a partir da participação de produtos complexos na cesta de exportação. Logo, tem-se que:

$$PCI = \frac{K_p - \tilde{k}_p}{\sigma(K_p)} \quad (1.5)$$

$$ECI = \frac{K_c - \tilde{k}_c}{\sigma(K_c)} \quad (1.6)$$

sendo PCI o Índice de Complexidade do Produto; ECI o Índice de Complexidade Econômica; \tilde{k}_p e \tilde{k}_c são médias; e $\sigma(K_c)$ e $\sigma(K_p)$ representam o desvio-padrão.

Cabe destacar o caráter preditivo defendido pelos autores dos indicadores de complexidade econômica, de forma que a sofisticação produtiva de um país ou região está correlacionada com a renda, e os desvios dessa relação são fatores preditivos de crescimento futuro. Isso sugere que os países ou regiões tendem a convergir para um nível de renda associado às capacidades disponíveis localmente (HIDALGO *et al.*, 2007; HIDALGO; HAUSMANN, 2009).

Contudo, em termos críticos, é preciso reconhecer que a metodologia mensura a disponibilidade de capacidades em uma localidade sem fazer qualquer tipo de proposição sobre o processo de alcance da sofisticação em termos da trajetória tomada, dos obstáculos percorridos e de como elas foram acumuladas. O indicador representa, para dado período no tempo, uma medida de resultado, atentando-se para a diversidade e exclusividade dos produtos exportados, e intuindo o nível de habilidades exigidos para sua produção. Destarte, o uso habitual do ECI nos estudos empíricos é empregá-lo como *proxy* para características de mudanças estruturais, aquisição de sofisticação produtiva, impactos sobre desigualdade de renda, trajetória para uma produção mais sustentável, dentre outros.

A partir das circunstâncias e dos fatores que podem atuar como entraves que dificultam dadas localidades em atingirem estruturas produtivas mais dinâmicas e sofisticadas, abre-se um espaço de diálogo da discussão sobre complexidade econômica com literaturas que tratam dos efeitos da especialização produtiva e exportadora sobre o crescimento econômico. Dentre elas, destaca-se a literatura denominada “Maldição dos Recursos Naturais” (MRN), cuja proposição central define uma relação negativa entre países abundantes (especializados) em recursos naturais e o crescimento econômico de longo prazo (SACHS; WARNER, 1995).

Considerando que o perfil exportador da economia reflete o direcionamento da estrutura produtiva e a concentração das habilidades locais (conhecimento, intensidade tecnológica, sistema de inovações, etc.), é possível ressaltar, no âmbito da teoria da MRN, os elementos que associam uma estrutura produtiva baseada em recursos naturais ao baixo crescimento econômico por meio de alguns canais de transmissão. Tais canais envolvem a tendência de longo prazo desfavorável aos preços das *commodities*, a dificuldade de desenvolvimento do setor industrial, os efeitos da Doença Holandesa e a fragilidade das instituições.

Conforme sintetizado por Frankel (2010) e Van der Ploeg (2011), a literatura da MRN explica o baixo crescimento em economias baseadas em recursos naturais, dentre outros fatores, pela hipótese de Prebisch-Singer sobre o baixo valor agregado e elevada volatilidade dos preços das *commodities*, que conduz à histórica queda dos termos de troca dos produtos primários em relação aos bens manufaturados. Deste modo, os ganhos de comércio são distribuídos de forma desigual entre economias com diferentes padrões de especialização produtiva e resulta na não equalização da remuneração do trabalho no centro e na periferia, arraigando a desigualdade de renda dos países especializados em bens primários (periferia) relativamente aos países industrializados (centro).

A literatura da MRN também aponta que episódios de melhora dos termos de troca ou descoberta de novas fontes de recursos podem comprimir o desenvolvimento industrial ao

deslocar os meios de produção (capital e trabalho) para os setores primários (SACHS; WARNER, 1997), ocasionando Doença Holandesa e desindustrialização. A Doença Holandesa advém do fato de que a descoberta de novas fontes de recursos naturais e/ou o aumento dos seus preços elevam as exportações de bens primários, promovendo a entrada de divisas que induzem a sobre-apreciação da taxa de câmbio real em patamares inadequados para tornar rentáveis as exportações de manufaturados, as quais não contam com vantagens comparativas no mercado internacional e necessitam de um câmbio mais competitivo para garantir rentabilidade aos produtores (BRESSER-PEREIRA, 2009).

O redirecionamento das exportações para *commodities*, produtos primários ou manufaturas com baixo valor adicionado, associado aos efeitos da Doença Holandesa, é tido como um processo negativo, que pode causar, em última instância, a desindustrialização da economia, ou seja, a redução da participação industrial no emprego e no produto nacional (OREIRO; FEIJÓ, 2010). Tendo em vista os pressupostos kaldorianos de que o setor industrial apresenta maior elasticidade-renda das exportações, economias crescentes de escala e *spillovers* tecnológicos com os demais setores da economia, a especialização em produtos primários colabora para a obtenção de menores taxas de crescimento econômico no longo prazo.

O enfraquecimento do setor industrial proveniente da Doença Holandesa possui impacto de caráter estrutural verificado por meio de alterações significativas da taxa de câmbio real, de modo que a instabilidade desse preço macroeconômico pode ser um forte empecilho para qualquer estratégia de crescimento sustentado. Nesses termos, variações cambiais podem estar atreladas a mudanças não desprezíveis na pauta exportadora, em que desvalorizações reais podem estimular o ingresso de novos setores na pauta, além de abrir oportunidades para explorar economias de escala, promover aumentos de produtividade e viabilizar transformações permanentes no padrão de especialização e de inserção internacional da economia. Por outro lado, apreciações reais da taxa de câmbio podem contribuir para a retração de certas atividades, *downgrading* de capacidades técnicas, perdas de externalidades, redução da produtividade e perda de competitividade de determinados setores. A volatilidade cambial também repercute na instabilidade do balanço de pagamentos de países baseados em recursos naturais, dificultando a obtenção de divisas para financiar as importações (OREIRO, FEIJÓ, 2010).

Em termos empíricos, os efeitos da taxa de câmbio real (em nível, desalinhamento e volatilidade) sobre o crescimento econômico têm sido investigados em diversos estudos. Razin e Collins (1997), por exemplo, obtiveram evidências em uma amostra de 93 países no período 1995-1972 de que apenas grandes valorizações cambiais estão associadas ao menor crescimento econômico, ao passo que desvalorizações moderadas são associadas ao crescimento mais

rápido. Vieira e Damasceno (2016), em estudo para a economia brasileira no período 1995-2011, verificaram que a subvalorização (sobrevalorização) cambial estimula (desestimula) o crescimento, e identificaram efeitos prejudiciais a tal processo da maior volatilidade cambial. Pereira e Missio (2019), ao investigarem a relação entre taxa de câmbio real e mudança estrutural na América Latina, observaram que uma taxa de câmbio sobrevalorizada prejudica o crescimento de longo prazo, mas um câmbio desvalorizado não necessariamente impulsiona o crescimento por meio dos efeitos indiretos na mudança estrutural para a indústria. Em linhas gerais, as evidências parecem corroborar a conclusão de Eichengrenn (2008) de que manter a taxa de câmbio real em níveis competitivos e evitar a sua volatilidade excessiva são ações importantes para estimular o crescimento econômico.

Eviências empíricas também corroboram a relação entre taxa de câmbio real e grau de sofisticação da pauta exportadora. Neste sentido, Oreiro *et al.* (2020) investigaram os determinantes da desindustrialização da economia brasileira no período 1998-2017, e observaram que a queda da participação da manufatura nacional, e, conseqüentemente, da sofisticação produtiva, esteve vinculada à forte sobrevalorização da taxa de câmbio real. Dessa forma, os autores apontam a necessidade de adoção de um regime de política macroeconômica com algum tipo de meta de câmbio real para evitar sobrevalorizações prejudiciais, além de políticas industriais destinadas a aumentar a complexidade econômica brasileira.

Gabriel e Missio (2017) analisaram as relações entre taxa de câmbio real e complexidade econômica em um modelo para duas regiões, o Norte (desenvolvido) e o Sul (em desenvolvimento), com base no argumento de que os níveis de taxa de câmbio real são importantes para influenciar a participação da indústria e a obtenção de uma taxa de crescimento do produto compatível com o equilíbrio do Balanço de Pagamentos. Os autores verificaram que uma taxa de câmbio real excessivamente sobrevalorizada afeta negativamente o setor industrial, o que pode resultar em especialização produtiva regressiva, especialmente, nas economias em desenvolvimento. Além disso, a subvalorização da taxa de câmbio real e a maior participação da manufatura na amostra de países em desenvolvimento apresentam efeitos positivos sobre a complexidade econômica.

Hooy *et al.* (2016), ao investigarem o efeito da volatilidade da taxa de câmbio real sobre as exportações dos países da Associação de Nações do Sudeste Asiático (ASEAN) para a China, registraram que a volatilidade cambial tem efeito negativo sobre as exportações de alta e média tecnologia. Thorbecke (2008) também apresentou evidências de que a volatilidade da taxa de câmbio real diminui o fluxo de componentes eletrônicos na Ásia Oriental ao aumentar a incerteza, sinalizando uma queda dos benefícios regionais da fragmentação transfronteiriça. Em

linha similar, Tang (2014) verificou que a volatilidade da taxa de câmbio tem efeito desfavorável nas exportações intra-asiáticas de bens intermediários e de equipamentos – as duas categorias de exportações mais negociadas na rede produtiva da região. Para o autor, tais evidências fornecem suporte empírico do infortunado efeito da volatilidade/instabilidade cambial, em especial, sobre componentes utilizados como insumos produtivos.

Avom, Kamguia e Ngameni (2021) investigaram o efeito da volatilidade do produto e dos termos de troca sobre a complexidade econômica em um conjunto de 119 países no período 1998-2017 e obtiveram efeitos negativos entre tais variáveis. Além disso, os resultados apontaram que variáveis relacionadas ao desenvolvimento financeiro, investimento estrangeiro direto, internet e renda *per capita* possuem efeitos positivos na complexidade econômica, enquanto os recursos naturais têm efeito negativo.

Ainda, Jun *et al.* (2020) analisaram as ligações comerciais bilaterais com dados de 2000 a 2015 em mais de 1.200 produtos e verificaram que os países analisados têm maior probabilidade de aumentar suas exportações de um produto para dado destino quando já exportam produtos relacionados. Logo, para além das dotações e vantagens, a diversificação passa pelo aprendizado e transbordamento entre atividades correlatas. Além disso, os países precisam superar significativas fricções de informação para entrar em cada destino de exportação. Sobre esse prisma, os riscos e incertezas, advindos da volatilidade cambial, podem frustrar as oportunidades de sofisticação da estrutura produtiva.

Em vista disso, observa-se que a instabilidade (volatilidade) cambial pode afetar fatores relativos ao processo de sofisticação de uma economia e exercer efeitos adversos ao crescimento econômico na medida em que tende a amplificar o risco e a incerteza, o que, por sua vez, eleva os custos associados ao processo de produção, sobretudo, nos setores que dependem de insumos, maquinários e tecnologia importados. Ademais, a relação negativa da volatilidade com a complexidade econômica pode ser notada a partir dos indispensáveis esforços em minimizar os riscos enredados no desenvolvimento de atividades mais sofisticadas, os quais naturalmente encontram-se associados a custos elevados, como em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a execução efetiva de investimentos e projetos em atividades de maior conteúdo tecnológico. Tais riscos são potencialmente intensificados com a incerteza gerada pela volatilidade cambial, de modo a inibir a expansão de um número maior de atividades na estrutura produtiva (diversificação) e a progressão de atividades com habilidades e capacidades exclusivas (não ubiquidade).

Deste modo, a acentuada volatilidade cambial implica na possibilidade de um cenário com redução das exportações mais complexas, seguida de especialização em exportações

baseadas em vantagens comparativas, devido à incerteza acerca dos retornos futuros que obstaculizam a expansão de uma estrutura produtiva mais diversa e sofisticada. Em um contexto de sofisticação produtiva pautado na abordagem da probabilidade de coexportação de atividades correlatas, tal como apresentado por Hidalgo e Hausmann (2009), a incerteza pode operar como um fator limitante ao transbordamento de uma atividade para outra. Ainda que um país ou região tenha desenvolvido *skills* e *capabilities* internas suficientes para realizar determinada atividade, a possibilidade de transbordar para uma atividade correlata, que exija habilidades similares, pode ser limitada devido à incerteza causada pela volatilidade cambial.

Para além dos efeitos relativos ao contexto cambial, outro obstáculo apontado pelos estudiosos da MRN na análise dos efeitos negativos da especialização em recursos naturais sobre o crescimento econômico perpassa pela qualidade das instituições, visto as falhas na condução de políticas e o desempenho institucional associados. Conforme Robinson *et al.* (2006), diversas nações abundantes em recursos naturais possuem uma atuação irregular na apropriação das vantagens potenciais de seus recursos. Isso se deve, muitas vezes, à má gestão de contratos, elaboração de políticas incapazes de promover o desenvolvimento em razão da proteção aos setores primários dominantes, corrupção, aplicação de recursos em atividades não produtivas, dentre outros fatores. Dessa forma, a fraqueza institucional tende a colaborar para a manutenção dos poderes e privilégios dos setores primários, dificultando o desenvolvimento industrial e o aumento do grau de diversificação e sofisticação da estrutura produtiva e exportadora.

A esse respeito, por exemplo, Mehlum *et al.* (2006) avaliaram a relação entre crescimento econômico e qualidade das instituições com uma amostra de 42 países exportadores de recursos naturais entre 1962 e 2000, e encontraram evidências de uma relação negativa entre a taxa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e a dependência de recursos naturais, especialmente em países com instituições de baixa qualidade. Ao analisarem os determinantes da sofisticação exportadora dos países no período de 1992 a 2006, Zhu *et al.* (2010) verificaram que o efeito da abundância de recursos naturais parece ser moderado pela qualidade de instituições. Em outras palavras, na ausência de instituições eficazes, a abundância de recursos naturais dificulta melhorias na qualidade estrutural das exportações, mas o efeito da abundância pode ser positivo quando boas instituições estão presentes. Tais resultados variaram entre grupos de países com diferentes níveis de renda.

Quanto à relação entre instituições e complexidade econômica, a argumentação conduz o debate para a busca de um melhor posicionamento no *product space*, justificando que instituições mais qualificadas promovem um ambiente favorável ao empreendedorismo e a

inovação (público e privada), de modo que os países que tradicionalmente caminham para a boa governança e o fortalecimento institucional podem ser mais qualificados para estimular o desenvolvimento das capacidades (HARTMANN *et al.*, 2017; VU, 2021). Ademais, instituições podem assumir riscos de investimento em novas atividades atuando como suporte para a aquisição de novas capacidades, bem como minimizando incertezas de novos investimentos e estimulando a demanda por novas capacidades. Logo, setores e atividades muito específicos, com elevado custo de entrada e de forte conteúdo tecnológico (não ubiquidade com *skills* exclusivas) detêm espaço de cooperação para instituições com potencial de impulsionar o acúmulo de capacidades e o direcionamento para o centro do *product space*, cujas conexões de atividades são mais sólidas e numerosos (HIDALGO *et al.*, 2007).

Ao investigar até que ponto a qualidade das instituições ajuda a moldar as diferenças internacionais em complexidade econômica, Vu (2021) argumenta que melhores instituições estão propensas a gerar graus mais elevados de complexidade econômica ao viabilizar incentivos ao empreendedorismo inovador, fomentar a acumulação de capital humano e direcionar recursos humanos para atividades produtivas. Utilizando dados para 115 países, a autora observou efeitos positivos da qualidade institucional (mensurada pelo Índice de Liberdade Econômica) sobre a complexidade econômica. Assim, ressalta-se a importância de se estabelecer instituições que funcionem bem na condução da transformação estrutural em direção às atividades produtivas mais complexas, o que contribui para aliviar a persistência do subdesenvolvimento.

Portanto, com base nos argumentos levantados pelas literaturas sobre Complexidade Econômica e MRN, as próximas seções do ensaio dedicam-se à avaliação empírica dos efeitos da volatilidade da taxa de câmbio real e da qualidade das instituições (canais da MRN) sobre a complexidade das exportações.

1.3 Metodologia e base de dados

O propósito deste ensaio consiste em verificar se dois dos principais canais de transmissão da MRN – a volatilidade da taxa de câmbio real e a qualidade institucional – podem exercer impactos negativos sobre a capacidade dos países alcançarem níveis mais elevados de complexidade econômica, sobretudo, naqueles com predomínio na pauta exportadora de bens primários ou baseados em recursos naturais.

Neste sentido, a estratégia empírica ideal é aquela que possibilite realizar estimações de longo prazo para um amplo grupo de países, reunindo um modelo de cointegração com uma

estrutura de dados em painel. Para isso, a metodologia adotada contempla essas duas conveniências, sendo ela baseada em Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas (ARDL) para cointegração, como proposto por Pesaran e Shin (1999) e Pesaran *et al.* (2001), em conjunto com a estimação por meio de dados em painel, o qual permite controlar a heterogeneidade individual e identificar características não observáveis (BALTAGI, 2005).

Pesaran, Shin e Smith (1999) desenvolveram o modelo *Pooled Mean Group* (PMG), que é baseado em uma estrutura ARDL adaptada para um ambiente de dados em painel. Os estimadores de probabilidade de PMG são utilizados para estimar coeficientes de longo prazo, captando também o comportamento em grupo de restrições de homogeneidade pela média do grupo para obter parâmetros estimados de curto prazo e de correção de erros.

O método ARDL foi escolhido devido às vantagens sobre os testes de cointegração tradicionais, como os desenvolvidos por Engle e Granger (1987) e Johansen (1991), visto que tende a ser mais eficiente para capturar relações de longo prazo em amostras pequenas de dados, e pode ser aplicado em um conjunto de variáveis com diferentes ordens de integração, sejam estacionárias, $I(0)$, ou não estacionárias, $I(1)$ (PESARAN; SHIN, 1999).

A abordagem ARDL verifica a existência de vetores de longo prazo entre um conjunto de variáveis. Confirmada essa relação, estimam-se os coeficientes de longo e curto prazos dos modelos, bem como a velocidade de ajustamento ao equilíbrio de longo prazo. Para tanto, o modelo PMG-ARDL é estimado na forma de vetores de correção de erros (ARDL-ECM), que pode ser especificado conforme a equação 1.7:

$$\Delta(y)_{it} = \phi_i \Delta(y)_{it-1} + \beta'_i x_{it} + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda^*_{ij} \Delta(y)_{it-1} + \sum_{j=0}^q \delta^*_{ij} \Delta(x)_{it-1} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1.7)$$

em que $(\Delta(y)_{it})$ é a variável dependente e Δ a primeira diferença, (x) são as variáveis independentes; $\phi_i = -(1 - \sum_{j=1}^p \lambda_{ij})$ 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; $\lambda^*_{ij} = -\sum_{m=j+1}^p \lambda_{im}$ $j = 1, 2, \dots, p-1$ são os parâmetros de curto prazo para o i -ésimo grupo; (ε_t) são os distúrbios do tipo ruído branco.

Destarte, o painel ARDL se torna um método eficiente e superior a outros métodos de cointegração, permitindo que os regressores subjacentes exibam ordens de integração $I(0)$ e $I(1)$, ou uma mistura de ambos (PESARAN; SHIN, 1999). Outra vantagem do modelo, justificando sua aplicação neste trabalho, decorre do fato que o PMG permite a estimação de dados em painel macro com um intervalo de tempo de pelo menos 20 anos (ASTERIOU *et al.*, 2021). O PMG restringe o equilíbrio de longo prazo para ser homogêneo entre os países, ao

mesmo tempo em que permite heterogeneidade específica do país para o relacionamento de curto prazo, a qual pode estar centrada, por exemplo, em diferentes políticas de infraestrutura, respostas a choques externos ou crises financeiras, dentre outros fatores.

Ainda, sobre a escolha do PMG, cabe destacar como vantagem o fato de que, para uma seção transversal relativamente pequena de dados, o PMG é menos sensível à existência de *outliers* (PESARAN; SHIN; SMITH, 1999) e o problema de autocorrelação serial pode ser corrigido simultaneamente. O ARDL com dados em painel com defasagens suficientes também permite a redução do problema de endogeneidade (PESARAN; SHIN; SMITH, 1999), que se revela uma forte preocupação de pesquisadores ao adotarem a metodologia de dados em painel.

Neste ensaio, os modelos em painel ARDL (PMG) são aplicados para a análise dos efeitos de longo prazo da volatilidade da taxa de câmbio real e da qualidade institucional sobre a complexidade econômica. Também são adotadas algumas variáveis de controle para proporcionar uma melhor especificação dos modelos. Na sequência, apresenta-se a descrição das variáveis utilizadas nas estimações.

A variável dependente dos modelos consiste no Índice de Complexidade Econômica (ECI) obtido no *Observatory of Economic Complexity* (OEC). A partir dos métodos computacionais, baseados no instrumental matemático descrito na seção 2.2 do ensaio, o OEC fornece os indicadores de ECI para uma ampla lista de países. O indicador normalizado varia entre $-2,5$ e $+2,5$, sendo que valores positivos (negativos) e mais próximos do extremo positivo (negativo) representam maior (menor) complexidade. A base de dados utilizada envolveu a abrangência temporal de 1995 a 2018 em frequência anual.

A primeira variável explicativa de interesse do trabalho é a volatilidade da taxa de câmbio real efetiva (*volatreal*), que é adotada como uma medida de instabilidade macroeconômica e de possível obstáculo à diversificação e sofisticação da estrutura produtiva. Para mensurar a volatilidade cambial de cada país da amostra foram adotados os modelos de heteroscedasticidade condicional autoregressiva (ARCH). Tais modelos são projetados especificamente para modelar e prever variações condicionais, em que a variância da variável dependente é modelada como uma função dos valores passados dela mesma e das variáveis independentes ou exógenas. Os modelos de pesquisa foram introduzidos por Engle (1982) e generalizados como GARCH (ARCH generalizado) por Bollerslev (1986) e Taylor (1986).

Os modelos ARCH/GARCH² são extensivamente empregados na análise de séries temporais com intensa flutuação de valores. Em determinadas circunstâncias são utilizados

² Para maiores detalhes das equações, ver Engle (1982).

também como medida de incerteza, onde o pesquisador pode optar por considerar um abrangente conjunto de especificações disponíveis para modelar a volatilidade. No presente ensaio, foi manuseada uma amostra de 54 países com estimações mensais (de janeiro de 1995 a dezembro de 2018), posteriormente transformadas em médias anuais, da taxa de câmbio real efetiva retirada da base de dados do *Bank for International Settlements* (BIS). O Quadro 1.1 sintetiza as especificações da volatilidade cambial significativas para cada país da amostra, sendo a estrutura GARCH (1,1) a mais comum, com eventuais EGARCH³ (0,1). Quanto ao aspecto autoregressivo das estimações, a estrutura AR(2) foi a mais usual.

Quadro 1.1 – Estimções da volatilidade da taxa de câmbio real efetiva no modelo ARCH/GARCH (1995-2018)

Países	Modelos Seleccionados	Países	Modelos Seleccionados
Argélia	AR(2) GARCH (2,2)	Coréia do Sul	AR(2) GARCH(1,1)
Argentina	AR(1) ARCH(1)	Letônia	AR(2) GARCH(1,2)
Austrália	AR(3) ARCH(2)	Lituânia	AR(3) ARCH(1)
Áustria	AR(3) GARCH(1,4)	Luxemburgo	AR(2) GARCH(1,3)
Bélgica	AR(2) GARCH(1,4)	Malásia	AR(2) GARCH(1,1)
Brasil	AR(3) ARCH(1)	Malta	AR(1) GARCH(1,2)
Bulgária	AR(4) ARCH(1)	México	AR(3) GARCH(2,1)
Canadá	AR(2) GARCH(1,1)	Holanda	AR(3) GARCH(1,1)
Chile	AR(2) ARCH(2)	Nova Zelândia	AR(2) GARCH(2,1)
China	AR(2) GARCH(1,1)	Noruega	AR(3) GARCH(3,1)
Colômbia	AR(2) GARCH(1,2)	Peru	AR(2) GARCH(0,3)
Croácia	AR(2) GARCH(1,2)	Filipinas	AR(3) GARCH(1,3)
Chipre	AR(1) GARCH(1,3)	Polônia	AR(2) GARCH(1,1)
Rep. Tcheca	AR(2) ARCH(2)	Portugal	AR(3) GARCH(1,1)
Dinamarca	AR(3) GARCH(0,2)	Romênia	AR(3) ARCH(2)
Estônia	AR(4) MA(2) GARCH(1,1)	Rússia	AR(3) GARCH(1,1)
Finlândia	AR(2) GARCH(0,1)	Arábia Saudita	AR(3) GARCH(0,2)
França	AR(2) GARCH(1,2)	Cingapura	AR(3) GARCH(0,2)
Alemanha	AR(2) EGARCH(0,1)	Eslováquia	AR(2) GARCH(1,1)
Grécia	AR(3) GARCH(1,2)	Eslovênia	AR(3) GARCH(2,2)
Hungria	AR(2) GARCH(1,1)	África do Sul	AR(2) ARCH(2)
Islândia	AR(3) GARCH(1,3)	Espanha	AR(3) EGARCH(0,1)
Índia	AR(2) GARCH(1,2)	Suécia	AR(3) GARCH(1,3)
Indonésia	AR(2) GARCH(2,1)	Suíça	AR(2) GARCH(1,3)
Irlanda	AR(2) GARCH(1,1)	Tailândia	AR(2) GARCH(2,1)
Israel	AR(3) GARCH(1,1)	Turquia	AR(3) GARCH(1,1)
Itália	AR(3) GARCH(1,2)	Reino Unido	AR(1) GARCH(2,1)
Japão	AR(2) GARCH(2,1)	EUA	AR(3) GARCH(1,0)

Fonte: Elaboração própria a partir das estimções do Eviews.

³ Uma estrutura que considera uma especificação exponencial.

A segunda variável explicativa de interesse diz respeito à qualidade institucional, que é utilizada nas estimações com a expectativa de captar um possível efeito positivo proporcionado por instituições melhores e mais efetivas no processo de sofisticação produtiva. A medida de qualidade das instituições utilizada neste trabalho é a Governança, que, segundo World Bank (2021), consiste nas tradições e instituições pelas quais a autoridade em um país é exercida. Estas incluem o processo pelo qual os governos são selecionados, monitorados e substituídos; a capacidade do governo de formular e implementar políticas sólidas com eficácia; e o respeito dos cidadãos e do Estado pelas instituições que regem as interações econômicas e sociais entre eles. A partir desse conceito, o Banco Mundial construiu o *Worldwide Governance Indicators* (WGI), que é formado por um amplo conjunto de dados de pesquisa que resumem as opiniões sobre a qualidade da governança fornecidas por um grande número de empresas, cidadãos e especialistas entrevistados em diversos países. A multiplicidade de fontes de dados do WGI é um de seus pontos fortes, uma vez que esses dados são coletados de vários institutos de pesquisa, grupos de estudos, organizações não governamentais, organizações internacionais e empresas do setor privado.

O WGI tem como produto final a concepção de seis dimensões de governança, mas, para os propósitos deste trabalho, três delas foram escolhidas: Eficácia do Governo, Qualidade Regulatória e Controle da Corrupção. Aos indicadores são atribuídos valores de 0 a 100, de modo que, quanto mais próximo de 100, melhor é a percepção dos agentes, e, conseqüentemente, a qualidade institucional. A descrição das dimensões institucionais é dada da seguinte maneira:

- A Eficácia do Governo (*Ef.gov*) capta as percepções sobre a qualidade dos serviços públicos e o grau de independência do governo para lidar com pressões políticas, a qualidade da formulação e implementação de políticas, e a credibilidade do compromisso do governo com as políticas propostas.
- A Qualidade Regulatória (*Qualireg*) capta as percepções da capacidade do governo de formular e implementar políticas e regulamentos sólidos que permitam e promovam o desenvolvimento do setor privado.
- O Controle da Corrupção (*Corrup*) capta as percepções da extensão em que o poder público é exercido para ganho privado, incluindo tanto pequenas como grandes formas de corrupção, bem como a “captura” do Estado pelas elites e interesses privados.

Além das principais variáveis explicativas, foram adotadas algumas variáveis de controle que refletem características dos países considerados na amostra, conforme sistematiza o Quadro 1.2. Tais controles envolvem a participação do emprego industrial em relação ao emprego total (*Emp*), na intenção de estimar o grau de qualificação da força de trabalho, pressupondo que as atividades industriais são mais complexas e exigem mão de obra mais qualificada se comparadas às atividades baseadas em recursos naturais. Portanto, constitui fonte de capacidades para a sofisticação da estrutura produtiva. Também é empregado o PIB *per capita* (*PIB*) para controle do tamanho da economia, uma vez que, em geral, economias mais ricas (ou desenvolvidas) tendem a desenvolver estruturas produtivas mais sofisticadas. Por fim, é construída uma variável de interação entre a volatilidade da taxa de câmbio real efetiva e o PIB *per capita* (*Volat*PIB*), com o propósito de estimar se os possíveis efeitos negativos da volatilidade cambial combinados com o tamanho da economia permanecem os mesmos sobre a complexidade econômica. Essa variável pretende captar a possibilidade do tamanho da economia (*PIB*) atuar como um fator amortecedor dos efeitos da instabilidade cambial, e, em especial, verificar se economias mais avançadas e com estruturas produtivas e exportadoras mais complexas são menos sensíveis à instabilidade cambial.

Quadro 1.2 – Variáveis, fontes e sinais esperados

Variáveis	Definição/Unidade	Fonte	Sinal esperado
<i>ECI</i>	Índice de Complexidade Econômica (normalizado entre -2,5 e + 2,5)	OEC	Variável Dependente
<i>Volatreal</i>	Estimada via modelos ARCH/GARCH	BIS/ Elaboração Própria	Negativo
<i>Efigov</i>	Percepção da eficiência do governo (índice de 0 a 100)	World Bank	Positivo
<i>Qualireg</i>	Percepção da qualidade de regulação do governo (índice de 0 a 100)	World Bank	Positivo
<i>Corrup</i>	Percepção da “captura” do governo (índice de 0 a 100)	World Bank	Positivo
<i>Emp</i>	Participação do emprego industrial em relação ao emprego total (%)	UNESCO	Positivo
<i>PIB</i>	PIB <i>per capita</i> (US\$ PPP)	OECD.STAT	Positivo
<i>Volat*PIB</i>	Interação da volatilidade da taxa de câmbio real com o PIB <i>per capita</i>	Elaboração Própria	Negativo

Fonte: Elaboração própria.

Para proceder a análise empírica, a abordagem ARDL e PMG de Pesaran et al. (2001) é empregada na especificação de algumas versões de modelo com as variáveis que serão

observadas quanto aos efeitos de curto e longo prazos. A equação geral do modelo ARDL/PMG de dados em painel é representada pela equação 1.8, a seguir:

$$\begin{aligned} \Delta(ECI)_{it} = & \alpha + \alpha_1 T + \beta_1 (ECI)_{it-1} + \beta_2 (Volatreal)_{it-1} + \beta_3 (Efigov)_{it-1} + \\ & \beta_4 (Qualireg)_{it-1} + \beta_5 (Corrup)_{it-1} + \beta_6 (Emp)_{it-1} + \beta_7 (PIB)_{it-1} + \beta_8 (Volat * \\ & PIB)_{it-1} + \sum_{j=1}^p \beta_9 \Delta(ECI)_{it-j} + \sum_{j=1}^q \beta_{10} \Delta(Volatreal)_{it-j} + \sum_{j=1}^r \beta_{11} \Delta(Efigov)_{it-j} + \\ & \sum_{j=1}^r \beta_{12} \Delta(Qualireg)_{it-j} + \sum_{j=1}^r \beta_{13} \Delta(Corrup)_{it-j} + \sum_{j=1}^r \beta_{14} \Delta(Emp)_{it-j} + \\ & \sum_{j=1}^r \beta_{15} \Delta(PIB)_{it-j} + \sum_{j=1}^r \beta_{16} \Delta(Volat * PIB)_{it-j} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (1.8)$$

As estimações envolvem dois conjuntos de dados, sendo estimados, portanto, dois modelos distintos. O primeiro modelo emprega os 54 países da amostra (ver Anexo 1), com o objetivo de verificar se, independentemente do perfil exportador, os canais de volatilidade da taxa de câmbio real e da qualidade institucional funcionam como obstáculos ao aumento da complexidade econômica. O segundo modelo restringe os países da amostra para 31, usando o critério de classificação da intensidade tecnológica das exportações de Lall (2000), e considera apenas os países cuja pauta detém entre os principais produtos exportados (em valor e ordenação) a presença de bens primários ou manufaturas baseadas em recursos naturais (ver Quadro A.2 no Apêndice 1). Com isso, o objetivo é estimar se os efeitos dos referidos canais são mais fortes em países com exportações intensivas (especializadas) em recursos naturais.

1.4 Resultados

Antes de efetivar as principais estimativas dos coeficientes dos modelos especificados neste ensaio, a realização de testes de raiz unitária em painel é necessária para verificar a ordem de integração das variáveis, ou seja, se há um conjunto de variáveis estacionárias e não estacionárias. Neste sentido, foram 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. A seleção do comprimento de atraso é escolhida usando os critérios Bayesian-Schwarz. Os testes são relevantes para evitar que sejam utilizadas séries com ordem de integração diferente de I(0) e I(1). A Tabela 1.1 apresenta os resultados dos testes realizados, confirmando que as séries são aptas à aplicação do método proposto.

Tabela 1.1 – Testes de raiz unitária

	Levin-Lin-Chu	Im-Pesaran-Shin	ADF-Fisher	PP-Fisher	Decisão
<i>ECI</i>	-2,60095 [0,0046]	-3,90199 [0,0000]	182,450 [0,0000]	367,266 [0,0000]	Estacionária
<i>Volatreal</i>	1,3E+13 [1,000]	-72,9635 [0,0000]	619,748 [0,0000]	2384,57 [0,000]	Estacionária
<i>Efigov</i>	-1,71789 [0,0429]	-0,60183 [0,2736]	111,093 [0,3998]	143,584 [0,0125]	Não estacionária
<i>Qualireg</i>	-2,07570 [0,0190]	1,50555 [0,0661]	-121,718 [0,1732]	112,790 [0,3570]	Não estacionária
<i>Corrup</i>	3,67000 [0,0001]	-4,29350 [0,0000]	173,373 [0,0001]	259,611 [0,0000]	Estacionária
<i>Emp</i>	-4,35443 [0,0000]	0,97351 [0,8349]	94,1031 [0,8273]	115,765 [0,2873]	Não estacionária
<i>PIB</i>	-1,58756 [0,052]	-0,36763 [0,3566]	115,245 [0,2989]	62,7850 [0,9998]	Não estacionária
<i>Volat*PIB</i>	4,54606 [1,000]	-2,77007 [0,0028]	176,765 [0,000]	693,457 [0,000]	Estacionária

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Na sequência, os testes de cointegração com dados em painel foram estimados, sendo empregado o teste 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 vários testes de cointegração que permitem interceptos heterogêneos e coeficientes de tendência em seções transversais. Considere a seguinte regressão (equação 1.9):

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_m x_{mit} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1.9)$$

onde y , x são variáveis $I(1)$ por suposição; t é o número de observações de tempo ($t = 1, 2, \dots, T$); i é o número de indivíduos que fazem parte do painel ($i = 1, 2, \dots, N$); m é o número de variáveis ($m = 1, 2, \dots, M$); α_i refere-se aos efeitos individuais, que podem ser zero; e os parâmetros $\beta_{1i}, \beta_{2i}, \dots, \beta_{mi}$, que podem variar entre os indivíduos do painel permitindo interceptos heterogêneos e coeficientes de tendência em seções transversais.

Uma vez estimada a equação 1.7, os resíduos são testados para não estacionariedade $I(1)$, estimando a regressão auxiliar (equação 10) para cada seção transversal:

$$\varepsilon_{it} = \rho_{it}\varepsilon_{it-1} + \sum_{k=1}^{k_i} \rho_{ik}\Delta(\varepsilon)_{it-k} + \mu_{it} \quad (1.10)$$

Pedroni (1999) descreve alguns métodos para construir estatísticas apropriadas para testar a hipótese nula de não cointegração ρ_i da equação dos resíduos. A Tabela 1.2 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 os modelos estimados. 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 1.2 – Teste de Cointegração de Pedroni

Within-dimension	Amostra Ampla		Amostra Restrita	
	Statistic	Prob.	Statistic	Prob.
Panel v-Statistic	-3,86011	0,9999	-1,57100	0,9419
Panel rho-Statistic	1,28747	0,9010	0,596040	0,7244
Panel PP-Statistic	-22,8909	0,0000	-16,7327	0,0000
Panel ADF-Statistic	-6,39406	0,0000	-4,42804	0,0000
Between-dimension	Amostra Ampla		Amostra Restrita	
	Statistic	Prob,	Statistic	Prob,
Group rho-Statistic	5,256928	1,0000	4,590222	1,0000
Group PP-Statistic	-25,5421	0,0000	-12,0269	0,0000
Group ADF-Statistic	-3,75944	0,0001	-2,287785	0,0111

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Hipótese nula = não há cointegração.

Cabe destacar que cada modelo estimado conta com seis especificações diferentes, visto que a inclusão das variáveis indicadoras de qualidade institucional (*Corrup*, *Efigov* e *Qualireg*) exige entrada em equações distintas. Além disso, as variáveis *Volatreal* e *Volat*PIB* exibem condição de forte correlação. Assim, a especificação I estima os impactos individuais da volatilidade da taxa real efetiva de câmbio (*Volatreal*) sobre a complexidade econômica (ECI). As especificações II, III e IV incluem as variáveis representativas da qualidade institucional (*Efigov*, *Qualireg* e *Corrup*, respectivamente). A especificação V estima o impacto conjunto da volatilidade da taxa de câmbio real (*Volatreal*) e da variável *Corrup*, escolhida como o indicador de qualidade institucional mais relevante.⁴ A especificação VI mensura os impactos da volatilidade da taxa de câmbio real efetiva ponderada pelo tamanho da economia (*Volat*PIB*). Todas as especificações são controladas pela participação do emprego industrial (*Emp*) e pelo *PIB per capita* (*PIB*).

⁴ O indicador de Corrupção (*Corrup*) foi o escolhido em razão dos coeficientes mais elevados obtidos nas especificações II, III e IV do que os dos outros dois indicadores de qualidade institucional.

As Tabelas 1.3 e 1.4 apresentam os resultados obtidos para as estimativas dos coeficientes de longo prazo e dos Mecanismos de Correção de Erros (ECM) de curto prazo, considerando a amostra completa de países e a amostra restrita, respectivamente.

Tabela 1.3 – Coeficientes de Longo Prazo e ECM: Amostra Completa (Índice de Complexidade Econômica: variável dependente)

	I	II	III	IV	V	VI
<i>Volatreal</i>	-0,6204* (0,10482)				-1,65878* (0,35634)	
<i>Volat*PIB</i>						7,45E-08* (2,56E-08)
<i>Efigov</i>		0,57226* (0,06969)				
<i>Qualireg</i>			0,30253* (0,54688)			
<i>Corrup</i>				0,92943* (0,18926)	4,51491* (0,27756)	2,02723* (0,37182)
<i>Emp</i>	0,04459* (0,01165)	0,03221* (0,01114)	0,00983* (0,00358)	0,07916* (0,01887)	0,20231* (0,03132)	0,37793* (0,05004)
<i>PIB</i>	0,00014* (1,88E-05)	0,17329* (0,05650)	0,47517* (0,01568)	0,51336* (0,06941)	0,05716 (0,18224)	
ARDL Lags	[3,3,3,3]	[1,1,1,1]	[1,1,1,1]	[1,2,2,2]	[2,3,3,3,3]	[3,3,3,3]
Max. Lags	3	3	2	2	3	3
ECM	-0,95071* (0,10482)	-0,55872* (0,06969)	-0,58875* (0,01568)	-0,50204* (0,06941)	-0,58306* (0,18224)	-0,51930* (0,05004)

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Notas: (*) (**) (***) indicam 1%, 5% e 10% de significância estatística, respectivamente.

Erros-padrão entre parênteses.

O primeiro canal analisado é o comportamento da volatilidade da taxa de câmbio real efetiva. Nota-se que as direções e magnitudes da variável *Volatreal* são similares nas duas especificações, seja quando o modelo é estimado sem distinção de perfil exportador entre os países (Tabela 1.3), seja quando há o controle da amostra para países intensivos em bens primários e baseados em recursos naturais (Tabela 1.4). A variável apresenta o sinal negativo esperado nas especificações em que é incluída (I e V), sugerindo que a maior volatilidade cambial é prejudicial ao aumento do grau de sofisticação da economia, apresentando, inclusive, magnitudes superiores quando combinadas na versão V com o canal da qualidade institucional *Corrup*.

Portanto, conforme a hipótese levantada nesse trabalho, é admissível considerar que a instabilidade cambial remete a um cenário de incerteza quanto aos resultados de implementação

dos mecanismos de mudanças estruturais, desestimulando, por exemplo, o desenvolvimento de setores e produtos com maior sofisticação em conhecimento empregado e intensidade tecnológica. Outro fator negativo decorre da maior dispersão do *product space*, premissa defendida por Hidalgo e Hausmann (2009), a qual explicita que, quanto maior a similaridade e proximidade dos produtos em vantagens comparativas no tecido produtivo do país, maiores são as possibilidades de o mesmo incorrer em um processo de sofisticação da estrutura produtiva. Isto, pois, as habilidades (*skills*) básicas necessárias já estão desenvolvidas localmente, de modo que se torna mais fácil expandir e desenvolver para uma atividade correlata que exija *skills* similares. Consequentemente, o ambiente de volatilidade da taxa de câmbio real, ao desestimular o desenvolvimento de produtos com maior conteúdo tecnológico, pode impedir a posterior diversificação de produtos e setores similarmente sofisticados no tecido produtivo.

Tabela 1.4 – Coeficientes de Longo Prazo e ECM: Amostra Restrita a Países Baseados em Recursos Naturais (Índice de Complexidade Econômica: variável dependente)

	I	II	III	IV	V	VI
<i>Volatreal</i>	-0,67230* (0,08391)				-1,06495* (0,12965)	
<i>Volat*PIB</i>						-2,97E-08 (7,30E-08)
<i>Efigov</i>		1,27444* (0,03078)				
<i>Qualireg</i>			1,95706* (0,38105)			
<i>Corrup</i>				2,25523* (0,13068)	1,84910* (0,16251)	1,3228* (0,04009)
<i>Emp</i>	0,03732* (0,00812)	0,00559 (0,00487)	0,81780* (0,10421)	0,02330* (0,00940)	0,02627*** (0,01460)	0,07715* (0,00113)
<i>PIB</i>	0,14742* (0,03681)	0,46934* (0,01614)	3,32208* (0,59701)	0,562788* (0,05800)	0,03437 (0,06702)	
ARDL Lags	[1,4,4,4]	[3,3,3,3]	[2,3,3,3]	[1,4,4,4]	[1,3,3,3,3]	[3,3,3,3]
Max. Lags	4	3	3	4	4	3
ECM	-0,615942*	-0,568397*	-0,423875*	-0,538091*	-0,446305*	-0,797330*

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Notas: (*) (**) (***) indicam 1%, 5% e 10% de significância estatística, respectivamente.

Erros-padrão entre parênteses.

O segundo canal investigado – qualidade institucional – também se mostra positivamente correlacionado com a complexidade econômica, de modo que, tanto na amostra completa (Tabela 1.3), quanto na amostra restrita (Tabela 1.4) de países, existe forte relação entre melhores instituições e estruturas produtivas mais complexas. Nestes termos, as

evidências indicam que países com instituições mais eficientes em implementar suas políticas econômicas, em regular o ambiente econômico de modo a permitir maior estabilidade, e, sobretudo, que conseguem adotar mecanismos eficazes de combate e controle da corrupção tendem a desenvolver produtos e setores mais sofisticados.

Os coeficientes das variáveis de controle empregadas apresentam os sinais positivos esperados. A participação do emprego industrial em relação ao emprego total (*Emp*) revela uma relação positiva e estatisticamente significativa, sugerindo a relevância do grau de qualificação da mão de obra para o desenvolvimento de atividades mais complexas. De forma análoga, a segunda variável de controle, o PIB *per capita* (*PIB*) também possui relação positiva e com significância estatística nos modelos estimados, indicando que o tamanho da economia é relevante no processo de sofisticação da pauta exportadora. Em outras palavras, as economias mais desenvolvidas apresentam maior facilidade em sofisticar sua estrutura produtiva. Por outro lado, os resultados para a variável de interação entre a volatilidade da taxa real efetiva de câmbio e o PIB *per capita* (*Volat*PIB*), utilizada para captar os efeitos da volatilidade ponderados pelo tamanho da economia, não se mostraram de muito valor interpretativo.

Por fim, no que se refere aos resultados de curto prazo, os Mecanismos de Correção de Erros (ECM) nas diversas especificações dos modelos são negativos e estatisticamente significantes. O ECM remete à velocidade com que o modelo estimado retorna ao equilíbrio de longo prazo. A especificação I do modelo para a amostra completa de países (Tabela 1.3) apresenta uma velocidade bem rápida de ajuste ao equilíbrio de longo prazo (95,07%), sendo necessário pouco mais de um ano para as variáveis retornarem ao estado de equilíbrio. Nas demais especificações, por envolverem variáveis estruturais (instituições), a velocidade de ajuste é mais lenta, girando em torno de 55%, tendo, em média, a necessidade de quase dois anos para se recuperar de choques de curto prazo.

No modelo que considera a amostra restrita de países intensivos em recursos naturais, a velocidade de ajuste ao equilíbrio de longo prazo na especificação I é relativamente menor do que na amostra completa (61,59%), indicando que quase dois anos são necessários para as variáveis retornarem ao equilíbrio de longo prazo. Isso sugere que países com esse perfil exportador possuem mais dificuldades para lidar com os efeitos de choques na volatilidade da taxa de câmbio real efetiva. As outras especificações possuem velocidades de ajuste similares, também em torno de 55%.

1.5 Considerações finais

O objetivo deste ensaio consistiu em verificar se dois dos principais canais de transmissão da MRN (volatilidade da taxa de câmbio real e qualidade institucional), em razão dos seus efeitos deletérios que associam a especialização em produtos primários ao potencial baixo crescimento econômico de longo prazo, podem exercer impactos negativos sobre a capacidade dos países alcançarem níveis mais elevados de complexidade econômica, sobretudo, naqueles com pauta exportadora dominada por bens primários ou manufaturas baseadas em recursos naturais. Para tanto, a estratégia empírica utilizada foi baseada em estimações de longo prazo para um grupo de 54 países com diferentes níveis de desenvolvimento econômico, reunindo um modelo de cointegração ARDL com uma estrutura de dados em painel – o *Pooled Mean Group* (PMG).

A investigação contou com a estimação de dois modelos. O primeiro envolveu a amostra completa dos 54 países, cujo objetivo foi verificar se, para um conjunto indistinto de perfis exportadores, os canais representados pela volatilidade da taxa de câmbio real e indicadores de qualidade institucional funcionam como obstáculos à complexidade econômica. O segundo modelo restringiu a amostra para 31 países por meio do critério de classificação da intensidade tecnológica das exportações de Lall (2000), incluindo apenas aqueles cuja pauta exportadora é especializada em bens primários ou manufaturas baseadas em recursos naturais, com o intuito de verificar se os obstáculos relativos à volatilidade cambial e qualidade institucional à sofisticação são mais fortes conforme o padrão atual de especialização das exportações.

Os resultados encontrados corroboraram a hipótese levantada no trabalho, segundo a qual a volatilidade da taxa de câmbio real pode ser um obstáculo à implementação de medidas estruturais que visam sofisticar e diversificar o tecido produtivo de uma economia. Conforme sugerido na hipótese e amparado por evidências empíricas, existe um fator limitante à diversificação produtiva em países que precisam lidar com a instabilidade cambial, sobretudo, naqueles que possuem estrutura produtiva baseada em recursos naturais e são mais sensíveis aos efeitos negativos de longo prazo dos canais da MRN. Dessa forma, a tendência à especialização regressiva em recursos naturais, pautada em vantagens comparativas, pode ser acelerada num contexto em que a instabilidade, associada aos riscos e incertezas, obstaculizam o transbordamento, o desenvolvimento e a coexportação de atividades correlatas, mesmo que as capacidades (*skills*) internas sejam potencialmente inerentes. Indo além, tal cenário se agrava na perspectiva de que atividades diversificadas com maior conteúdo tecnológico (sofisticadas) e possivelmente exclusivas (não ubíquas) possam ser inibidas de prosperarem devido a

incapacidade de combater esses efeitos desfavoráveis do canal da instabilidade cambial. Cabe destacar que tal hipótese ainda precisa ser mais bem investigada com foco nos efeitos sobre as atividades mais sofisticadas, de modo a complementar os resultados aqui apresentados.

De igual forma, os resultados também confirmaram que a qualidade institucional possui relação positiva com a complexidade econômica, evidenciando que instituições superiores em qualidade proporcionam melhores possibilidades de desenvolvimento para habilidades locais que podem ser traduzidas no futuro em produtos com maior valor agregado e uma pauta exportadora mais sofisticada e diversificada. Instituições mais eficientes, com maior credibilidade e menor grau de captura, podem ser mais ativas em estabelecer medidas e diretrizes para lidar com os efeitos da instabilidade e predispor um ambiente próspero à diversificação e sofisticação produtiva. Presume-se, portanto, que boas instituições disponham de mecanismos e instrumentos suficientes e eficazes para que atividades e capacidades internas possam ser estimuladas e convertidas em uma estrutura produtiva mais complexa, de modo a usufruir no longo prazo de seus efeitos favoráveis sobre o crescimento econômico.

Um dos desafios do aprimoramento da complexidade remete à aquisição de *capabilities* não comercializáveis. Assim, criar e reunir essas habilidades locais exige um esforço elevado, o que, para algumas nações/regiões, é tomado como uma tarefa hercúlea. As instituições – via regramento, determinações, deliberações e até por atuação direta como investidoras – têm potencial para dar pulção no fomento de novas *capabilities*. O processo de diversificação e acúmulo de habilidades exclusivas é caminho para sofisticação, de modo que instituições fortes e com qualidade podem influenciar positivamente nesse processo, sobretudo, nas regiões que se mostram incapazes de romper com o ciclo de baixa complexidade.

Destarte, percebe-se que existe forte complementaridade entre os argumentos da Complexidade Econômica e da Teoria da MRN. Se, por um lado, a MRN e suas evidências empíricas demonstram a significativa relação negativa de longo prazo de uma pauta exportadora abundante em recursos naturais afetada pelos canais condicionantes, por outro lado, a metodologia da Complexidade Econômica ratifica tal preocupação ao apresentar a necessidade de diversificação e sofisticação do tecido produtivo do país ou região. Além disso, de modo análogo à MRN, a análise da Complexidade Econômica traça no longo prazo os efeitos negativos sobre o crescimento econômico de se manter uma estrutura produtiva de baixa complexidade, visto que a literatura sugere que os países hábeis em se movimentar em direção aos nós e adensamentos representativos de atividades mais sofisticadas no *product space* tendem a convergir para uma trajetória de crescimento no longo prazo. Em outras palavras, a

natureza da atividade que o país tende a se especializar, ou diversificar, importa para sua trajetória de crescimento de longo prazo.

Nessa linha, abre-se uma oportunidade de agenda de pesquisa futura pautada em duas abordagens síncronas – a mensuração de similaridades dentro do *product space* e a viabilidade do desenvolvimento de potenciais habilidades locais – ao passo em que se detecta e cria os mecanismos necessários para evitar os obstáculos, a fim de se evitar uma armadilha de baixa complexidade.

1.6 Referências

- ASTERIOU, D.; PILBEAM, K.; PRATIWI, C. E. Public debt and economic growth: panel data evidence for Asian countries. **Journal of Economics and Finance**, [s. l.], v. 45, p. 270–287, 2021. DOI: 10.1007/s12197-020-09515-7. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/spr/jecfin/v45y2021i2d10.1007_s12197-020-09515-7.html. Acesso em: 17 set. 2021.
- AVOM, D.; KAMGUIA, B.; NGAMENI, J. P. Does volatility hinder economic complexity? **Economics Bulletin**, [s. l.], v. 41(3), p. 1187-1202, 2021. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/ebl/ecbull/eb-20-01144.html>. Acesso em: 13 maio. 2020.
- BALTAGI, B.H. **Econometric Analysis of Panel Data**. 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 2005. ISBN 0-470-01456-3. Disponível em: <https://library.wbi.ac.id/repository/27.pdf>. Acesso em: 17 maio. 2020.
- BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. Bis, 2021. **Effective exchange rate indices**. Disponível em: <https://www.bis.org/statistics/eer.htm?m=6%7C381%7C676>. Acesso em: 15 maio. 2020.
- BOLLERSLEV, T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, **Journal of Econometrics**, North Holland, v. 31, p. 307-327, 1986. Disponível em: http://public.econ.duke.edu/~boller/Published_Papers/joe_86.pdf. Acesso em: 20 abr. 2020.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. A Doença Holandesa. *In*: BRESSER-PEREIRA, L. C. **Globalização e Competição**: Por que alguns países emergentes têm sucesso e outros não. Rio de Janeiro: Elsevier, Cap. 5, 2009, p. 141-171.
- EICHENGREEN, B. The real exchange rate and economic growth. **The World Bank, Working Paper**, [s. l.], n. 4, 2008. Disponível em: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2008/09/2008b_bpea_rodrik.pdf. Acesso em: 2 jun. 2020.
- ENGLE, R. F. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation. **Econometrica**, [s. l.], v. 50, p. 987-1008, 1982. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1912773>. Acesso em: 2 maio. 2020.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. **Econometrica**, [s. l.], v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1913236>. Acesso em: 2 maio. 2020.

FRANKEL, J. **The natural resource curse: a survey**. NBER Working Paper, [s. l.], mar., 2010. Disponível em: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w15836/w15836.pdf. Acesso em: 9 out. 2020.

GABRIEL, L.F.; MISSIO, F. Real Exchange Rate and Economic Complexity in a North-South Structuralist Bopg Model. **PSL Quarterly Review**, Brasília, v. 71, n. 287, p. 439-465, dez., 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/55015/2/Real%20exchange%20rate%20and%20economic%20complexity%20in%20a%20North-South%20structuralist%20BoPG%20model.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

HARTMANN, D.; GUEVARA, M. R.; JARA-FIGUEROA, C.; ARISTARÁN, M.; HIDALGO, C. A. Linking economic complexity, institutions, and income inequality. **World Development**, [s. l.], v. 93, p. 75-93, 2017. Disponível em: https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/Hartmann_WD_May2017.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.

HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. The Building Blocks of Economic Complexity. **PNAS**, Cambridge, v. 106, n. 26, p.10.570-10.575, jun. 2009. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0900943106>. Acesso em: 14 abr. 2020.

HIDALGO, C. A.; KLINGER, B.; BARABÁSI, A.L.; HAUSMANN, R. The Product Space Conditions the Development of Nations. **Science**, [s. l.], v. 317, p. 482-487, 2007. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1144581>. Acesso em: 14 abr. 2020.

HOOY, C.; BAHARUMSHAH, A. Z.; BROOKS, R. D. The Effect of Exchange Rate Volatility on the Nexus of Technology Sophistication and Trade Fragmentation of ASEAN5 Exports to China. **Journal of Asia-Pacific Business**, [s. l.], 17:3, p. 206-228, 2016. DOI: 10.1080/10599231.2016.1203717. Disponível em: <https://research.monash.edu/en/publications/the-effect-of-exchange-rate-volatility-on-the-nexus-of-technology>. Acesso em: 14 jun. 2020.

IM, K. S.; PESARAN M. H.; SHIN, Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels. **Journal of Econometrics**, [s. l.], 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). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304407603000927?via%3Dihub>. Acesso em: 8 ago. 2020.

JOHANSEN, S. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. **Econometrica**, [s. l.], v. 59, n. 6, p. 1551-1580, 1991. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2938278>. Acesso em: 8 ago. 2020.

JUN, B.; ALSHAMSI, A.; GAO, J. *et al.* Bilateral relatedness: knowledge diffusion and the evolution of bilateral trade. **Journal of Evolutionary Economics**, [s. l.], v. 30, p. 247-277, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00191-019-00638-7>. Acesso em: 3 fev. 2021.

KALDOR, N. A Model of Economic Growth. **The Economic Journal**, v. 67, n. 268, dez. 1957. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2227704>. Acesso em: 15 abr. 2020.

KRUGMAN, P. **A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income**. Rethinking International Trade. 1a. ed. Cambridge: The MIT Press, p. 139-151, 1994.

LALL, S. The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998. **QEH Working Paper Series**, [s. l.], n. 44, jun. 2000. Disponível em: <http://workingpapers.qeh.ox.ac.uk/RePEc/qeh/qehwps/qehwps44.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2020.

LEVIN A.; LIN C.; CHU C. J. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. **Journal of Econometrics**, [s. l.], v. 108, n. 1, p. 1-24, 2002. Disponível em: https://homepage.ntu.edu.tw/~ntuperc/docs/publication/2002_25_Lin.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.

MEHLUM, H.; MOENE, K.; TORVIK, R. Institutions and the resource curse. **The Economic Journal**, [s. l.], n. 116, p. 1-20, 2006. Disponível em: <https://academic.oup.com/ej/article-abstract/116/508/1/5089390>. Acesso em: 15 abr. 2020.

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY. **Methods**. 2021. Disponível em: <https://oec.world/en/resources/methods>. Acesso em: 14 maio 2021.

OREIRO J. L.; MANARIN D'AGOSTINI, L. L.; GALA, P. Deindustrialization, economic complexity and exchange rate overvaluation: the case of Brazil (1998-2017). **PSL Quarterly Review**, [s. l.], v. 73, n. 295, p. 313-341, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.13133/2037-3643_73.295_3. Acesso em: 25 nov. 2020.

OREIRO, J. L.; FEIJÓ, C. A. Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro. **Revista de Economia Política**, [s. l.], v. 30, n. 2, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31572010000200003>. Acesso em: 25 nov. 2020.

PEDRONI, P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, [s. l.], v. 61, n. 1, p. 653-670, 1999. Disponível em: <https://web.williams.edu/Economics/wp/pedronicriticalvalues.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

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. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/wil/wileco/2000-03.html>. Acesso em: 17 mar. 2020.

PEREIRA, H. C. I.; MISSIO, F. J. Exchange rate and Structural Change: evidences for Latin America. In: 47º Encontro Nacional de Economia, 2019, São Paulo. **Anais do 47º Encontro Nacional de Economia**, dez. 2019.

PESARAN, M. H. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. **Journal Applied Econometrics**, [s. l.], v. 22, p. 265-312, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jae.951>. Acesso em: 17 mar. 2020.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y. An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. **Econometrics and Economic Theory in the 20th Century**, Cambridge, p. 371-413, 1999. Disponível em: <https://pure.york.ac.uk/portal/en/publications/an-autoregressive-distributed-lag-modelling-approach-to-cointegra>. Acesso em: 19 mar. 2020.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. J. Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. **Journal of Applied Econometrics**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 289-326, 2001. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2678547>. Acesso em: 19 mar. 2020.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. P. Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. **Journal of the American Statistical Association**, [s. l.], v. 94, n. 446, p. 621-634, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2670182>. Acesso em: 19 mar. 2020.

RAZIN, O.; COLLINS, S. M. Real exchange rate misalignments and growth. **NBER Working Paper Series 6174**, Cambridge, set. 1997. DOI: 10.3386/w6174.

ROBINSON, J. A.; TORVIK, R.; VERDIER, T. Political foundations of the resource curse. **Journal of Development Economics**, Cambridge, v. 79, n. 2, p. 447-468, 2006. Disponível em: https://scholar.harvard.edu/files/jrobinson/files/jr_polfoundations.pdf. Acesso em: 9 set. 2020.

RODRIK, D. Growth After the Crisis. **World Bank Working Paper**, Washington, n. 65, maio 2009. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/527211468341071399/pdf/577640NWP0Box353767B01PUBLIC10gcwp065web.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SACHS, J. D.; WARNER, A. M. Natural resource abundance and economic growth. **NBER Working Paper 5398**, [s. l.], dez. 1995. DOI: 10.3386/w5398.

SACHS, J. D.; WARNER, A. M. **Natural Resource Abundance and Economic Growth**. Center for International Development and Harvard Institute for International Development. Harvard University, Cambridge, nov. 1997. Disponível em: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w5398/w5398.pdf. Acesso em: 25 abr. 2020.

TANG, H. C. Exchange rate volatility and intra-Asia trade: Evidence by type of goods. **The World Economy**, v. 37, n. 2, p. 335-352, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/twec.12095>. Acesso em: 25 mar. 2021.

TAYLOR, S. **Modeling Financial Time Series**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

THIRLWALL, A. P. The Balance of Payments Constraint as an Explanation of International Growth Rate Differences. **Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 45-53, 1979. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/psl/bnlaqr/197901.html>. Acesso em: 15 abr. 2020.

THORBECKE, W. The Effect of Exchange Rate Volatility on Fragmentation in East Asia: Evidence from the Electronics Industry. **Journal of the Japanese and International Economies**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 535 - 44, 2008. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/jjieco/v22y2008i4p535-544.html>. Acesso em: 5 fev. 2021.

VAN DER PLOEG, F. Natural resources: curse or blessing? **Journal of Economic Literature**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 366-420, 2011. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.49.2.366>. Acesso em: 3 maio. 2020.

VIEIRA, F. V.; DAMASCENO. A. Desalinhamento cambial, Volatilidade cambial e Crescimento Econômico: Uma Análise para a Economia Brasileira (1995-2011). **Revista de Economia Política**, [s. l.], v. 36. n. 4. p. 704 –725, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-31572016v36n04a03>. Acesso em: 19 jun. 2020.

VU, T. V. Does Institutional Quality Foster Economic Complexity? **MPRA Paper**, [s. l.], n. 107912, maio 2021. Disponível em: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/107912/>. Acesso em: 25 jun. 2020.

WORLD BANK. **Databank Worldwide Governance Indicators**. 2021. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/source/worldwide-governance-indicators>. Acesso em: 20 jun. 2021.

ZHU, S.; FU, X.; LAI, M.; XUAN, J. What drives the export sophistication of countries. **J World Econ**, [s. l.], v. 4, p. 28-43, 2010. Disponível em: <https://www.oxfordtmc.org/publication/what-drives-export-sophistication-countries-shujin-zhu-xiaolan-fu-mingyong-lai-and-ji>. Acesso em: 27 maio. 2020.

APÊNDICE A

Quadro A.1 – Lista de países, perfil da pauta exportadora e classificação tecnológica das exportações

País	Top Exports (2019)	Perfil da Pauta Exportadora	Class. Tecnológica das Exportações
Argélia	Crude Petroleum (41,7%) ; Petroleum Gas (32,7%) ; Refined Petroleum(18,9%);	Produtos Minerais	Produtos Primários e Manufatura Baseada em Recursos
Argentina	Soybean Meal (13,8); Corn (9,68%); Delivery Trucks (5,99%); Soybeans (5,43%); Soybean Oil (5,29%)	Alimentos; Transportes	Manufatura Baseada em Recursos
Austrália	Iron Ore (23,8%); Coal Briquettes (18,1%), Petroleum Gas (12%), Gold (8,95%); Aluminium Oxide (1,97%)	Produtos Minerais	Produtos Primários e Manufatura Baseada em Recursos
Áustria	Cars (5,2%), Packaged Medicaments (3,56%), Vehicle Parts (2,88%), Blood, antisera, vaccines, toxins and cultures (2,88%)	Máquinas; Produtos químicos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Bélgica	Cars (8,19%), Refined Petroleum (6,08%), Packaged Medicaments (5,2%), Blood, antisera, vaccines, toxins and cultures (4,3%), Diamonds (3,2%),	Produtos químicos; transporte; metais preciosos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Brasil	Soybeans (\$26.1B), Crude Petroleum (\$24.3B), Iron Ore (\$23B), Corn (\$7.39B),	Produtos Minerais; Produtos vegetais	Produtos Primários e Manufatura Baseada em Recursos
Bulgária	Refined Petroleum (\$2.27B), Packaged Medicaments (\$1.04B), Refined Copper (\$1.02B), Wheat (\$946M), and Raw Copper (\$801M)	Produtos minerais; metais; máquinas	Manufatura Baseada em Recursos
Canadá	Crude Petroleum (\$67.8B), Cars (\$40.9B), Gold (\$14.6B), Refined Petroleum (\$12.3B), and Vehicle Parts (\$10.8B)	Produtos minerais; transporte; máquinas	Manufatura Baseada em Recursos e Manufatura de Média Tecnologia
Chile	Copper Ore (\$18.4B), Refined Copper (\$13.4B), Sulfate Chemical Woodpulp (\$2.82B), Fish Fillets (\$2.79B), and Pitted Fruits (\$1.96B)	Produtos minerais; metais	Manufatura Baseada em Recursos
China	Broadcasting Equipment (\$208B), Computers (\$141B), Integrated Circuits (\$108B), Office Machine Parts (\$82.7B), and Telephones (\$54.8B)	Máquinas	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Colômbia	Crude Petroleum (\$13B), Coal Briquettes (\$5.62B), Refined Petroleum (\$2.91B), Coffee (\$2.38B), and Gold (\$1.48B)	Produtos Minerais; Produtos vegetais	Produtos Primários e Manufatura Baseada em Recursos
Croácia	Refined Petroleum (\$1.1B), Packaged Medicaments (\$695M), Cars (\$430M), Blood, antisera, vaccines, toxins and cultures (\$430M), and Sawn Wood (\$429M),	Máquinas; Produtos químicos; Produtos minerais	Manufatura Baseada em Recursos e Manufatura de Alta Tecnologia
Chipre	Passenger and Cargo Ships (\$680M), Refined Petroleum (\$557M), Packaged Medicaments (\$425M), Special Purpose Ships (\$373M), and Cheese (\$292M),	Transportes; Produtos Minerais; Produtos químicos; Produtos Animais	Manufatura Baseada em Recursos e Manufatura de Alta Tecnologia
Rep. Tcheca	Cars (\$22.5B), Vehicle Parts (\$15.1B), Computers (\$10.7B), Broadcasting Equipment (\$9.68B), and Office Machine Parts (\$4.57B)	Máquinas; Transportes	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Dinamarca	Packaged Medicaments (\$13.1B), Electric Generating Sets (\$3.03B), Pig Meat (\$2.86B), Refined Petroleum (\$2.39B), and Blood, antisera, vaccines, toxins and cultures (\$1.95B)	Máquinas; Produtos químicos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Estônia	Broadcasting Equipment (\$969M), Refined Petroleum (\$842M), Coal Tar Oil (\$667M), Cars (\$628M), and Prefabricated Buildings (\$453M)	Máquinas; Produtos minerais; produtos de madeira; transporte	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Finlândia	Refined Petroleum (\$5.98B), Kaolin Coated Paper (\$4.65B), Cars (\$4.16B), Large Flat-Rolled Stainless Steel (\$2.53B), and Sulfate Chemical Woodpulp (\$2.5B),	Máquinas; bens de papéis; metais; transporte; Produtos minerais	Manufatura Baseada em Recursos e Manufatura de Média Tecnologia
França	Planes, Helicopters, and/or Spacecraft (\$46.3B), Packaged Medicaments (\$26.3B), Cars (\$24.5B), Gas Turbines (\$19.1B), and Vehicle Parts (\$14.9B),	Trasnporte; Máquinas; Produtos químicos; Alimentos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Alemanha	Cars (\$145B), Vehicle Parts (\$62.9B), Packaged Medicaments (\$56.8B), Planes, Helicopters, and/or Spacecraft (\$31.8B), and Blood, antisera, vaccines, toxins and cultures (\$29.8B)	Máquinas; Transporte; Produtos químicos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Grécia	Refined Petroleum (\$10.1B), Packaged Medicaments (\$2.28B), Aluminium Plating (\$690M), Computers (\$594M), and Raw Cotton (\$589M)	Produtos minerais Produtos químicos; metais	Manufatura Baseada em Recursos e Manufatura de Média Tecnologia
Hungria	Cars (\$12.6B), Vehicle Parts (\$7.2B), Packaged Medicaments (\$3.68B), Spark-Ignition Engines (\$3.57B), and Video Displays (\$2.98B)	Máquinas; Transporte; Produtos químicos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Índia	Refined Petroleum (\$39.2B), Diamonds (\$22.5B), Packaged Medicaments (\$15.8B), Jewellery (\$14.1B), and Cars (\$7.15B),	Produtos minerais; Metais preciosos; Produtos químicos	Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Média Tecnologia,

			Manufatura de Baixa Tecnologia
Indonésia	Coal Briquettes (\$20.3B), Palm Oil (\$15.3B), Petroleum Gas (\$8.32B), Cars (\$4.52B), and Gold (\$4.01B)	Produtos minerais Produtos químicos; metais	Produtos Primários, Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Baixa Tecnologia
Irlanda	Blood, antisera, vaccines, toxins and cultures (\$32.6B), Nitrogen Heterocyclic Compounds (\$27.8B), Packaged Medicaments (\$27.8B), Integrated Circuits (\$10B), and Scented Mixtures (\$8.68B)	Produtos químicos; Máquinas; Instrumentos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Israel	Diamonds (\$11.2B), Packaged Medicaments (\$2.36B), Medical Instruments (\$2.01B), Integrated Circuits (\$2B), and Refined Petroleum (\$1.72B)	Metais Preciosos; Produtos químicos; Máquinas; Instrumentos	Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Alta Tecnologia
Itália	Packaged Medicaments (\$25B), Cars (\$15.4B), Vehicle Parts (\$14.3B), Refined Petroleum (\$13.9B), and Valves (\$8.21B)	Máquinas; Produtos químicos; Transporte;	Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Alta Tecnologia
Japão	Cars (\$103B), Vehicle Parts (\$33.2B), Integrated Circuits (\$30.7B), Machinery Having Individual Functions (\$20B), and Passenger and Cargo Ships (\$13.7B)	Máquinas; Transporte	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Coréia do Sul	Integrated Circuits (\$85.2B), Cars (\$40.8B), Refined Petroleum (\$38.9B), Vehicle Parts (\$18.5B), and Passenger and Cargo Ships (\$17.1B)	Máquinas; Transporte; Produtos minerais; Produtos químicos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Latvia	Sawn Wood (\$768M), Broadcasting Equipment (\$703M), Hard Liquor (\$557M), Wheat (\$539M), and Packaged Medicaments (\$526M)	Produtos de Madeira; Alimentos; Máquinas ; Produtos químicos	Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Alta Tecnologia
Lituânia	Refined Petroleum (\$3.67B), Other Furniture (\$1.54B), Rolled Tobacco (\$808M), Wheat (\$770M), and Polyacetals (\$621M)	Produtos Minerais; Máquinas; Produtos químicos; Alimentos; Diversos	Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Baixa Tecnologia
Malásia	Integrated Circuits (\$63B), Refined Petroleum (\$17.8B), Petroleum Gas (\$11.5B), Semiconductor Devices (\$9.65B), and Palm Oil (\$8.91B)	Máquinas; Produtos Minerais; Plásticos e Borracha; Produtos Animais e Vegetais	Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Alta Tecnologia
México	Cars (\$53.1B), Computers (\$32.4B), Vehicle Parts (\$31.2B), Delivery Trucks (\$26.9B), and Crude Petroleum (\$26.6B)	Máquinas; Transporte; Produtos minerais; Instrumentos	Produtos Primários, Manufatura de Alta Tecnologia
Holanda	Refined Petroleum (\$46.2B), Packaged Medicaments (\$18.1B), Broadcasting Equipment (\$16.6B), Photo Lab Equipment (\$10.7B), and Computers (\$10.7B)	Produtos minerais; Máquinas; Produtos Químicos; Instrumentos	Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Alta Tecnologia
Noruega	Crude Petroleum (\$29.6B), Petroleum Gas (\$23B), Non-fillet Fresh Fish (\$6.82B), Refined Petroleum (\$6.11B), and Raw Aluminium (\$2.93B)	Produtos minerais; Produtos Animais; Metais	Manufatura Baseada em Recursos
Nova Zelândia	Concentrated Milk (\$5.73B), Sheep and Goat Meat (\$2.62B), Rough Wood (\$2.31B), Butter (\$2.29B), and Frozen Bovine Meat (\$2.09B)	Produtos Animais; Alimentos; Produtos de Madeira; Produtos Vegetais	Manufatura Baseada em Recursos
Peru	Copper Ore (\$12.2B), Gold (\$6.76B), Refined Petroleum (\$2.21B), Zinc Ore (\$1.65B), and Refined Copper (\$1.62B)	Produtos Minerais; Metais Preciosos	Produtos Primários e Manufatura Baseada em Recursos
Filipinas	Integrated Circuits (\$22.8B), Office Machine Parts (\$11.6B), Insulated Wire (\$2.66B), Semiconductor Devices (\$2.48B), and Electrical Transformers (\$2.41B)	Máquinas; Metais; Instrumentos; Produtos minerais	Manufatura de Alta Tecnologia
Polônia	Vehicle Parts (\$14.6B), Cars (\$6.8B), Seats (\$6.14B), Other Furniture (\$5.49B), and Computers (\$5.05B)	Máquinas; Transporte; Produtos químicos; Diversos	Manufatura de Média Tecnologia
Portugal	Cars (\$4.73B), Vehicle Parts (\$3.29B), Refined Petroleum (\$2.23B), Leather Footwear (\$1.84B), and Uncoated Paper (\$1.26B)	Máquinas; Transporte; produtos minerais; têxteis	Manufatura de Baixa e Média Tecnologia,
Romênia	Vehicle Parts (\$6.89B), Cars (\$5.53B), Insulated Wire (\$4.09B), Refined Petroleum (\$2.37B), and Electrical Control Boards (\$2.32B)	Transporte; Máquinas; Produtos Minerais; Produtos Vegetais	Manufatura de Média Tecnologia
Rússia	Crude Petroleum (\$123B), Refined Petroleum (\$66.2B), Petroleum Gas (\$26.3B), Coal Briquettes (\$17.6B), and Wheat (\$8.14B)	Produtos Minerais	Produtos Primários e Manufatura Baseada em Recursos
Arábia Saudita	Crude Petroleum (\$145B), Refined Petroleum (\$21.8B), Ethylene Polymers (\$11.1B), Propylene Polymers (\$5.88B), and Acyclic Alcohols (\$4.28B)	Produtos Minerais; Plásticos e Borracha; Produtos Químicos	Produtos Primários e Manufatura Baseada em Recursos
Cingapura	Integrated Circuits (\$55.4B), Refined Petroleum (\$43.1B), Gold (\$11.5B), Gas Turbines (\$10.3B), and Packaged Medicaments (\$7.26B)	Máquinas; Produtos minerais; Transporte; Metais Preciosos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Eslováquia	Cars (\$23.8B), Vehicle Parts (\$5.22B), Video Displays (\$4.56B), Broadcasting Equipment (\$3.5B), and Rubber Tires (\$1.73B)	Transporte; Máquinas	Manufatura de Média e Alta Tecnologia

Eslovênia	Packaged Medicaments (\$4.46B), Cars (\$4.13B), Refined Petroleum (\$1.31B), Vehicle Parts (\$1.16B), and Electrical Lighting and Signalling Equipment (\$609M)	Produtos Químicos; Transporte; Máquinas	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
África do Sul	Gold (\$16.8B), Platinum (\$9.62B), Cars (\$7.61B), Iron Ore (\$6.73B), and Coal Briquettes (\$5.05B)	Metais Preciosos; Produtos Minerais Máquinas	Produtos Primários e Manufatura Baseada em Recursos
Espanha	Crude Petroleum (\$27.8B), Cars (\$21.6B), Vehicle Parts (\$13.2B), Packaged Medicaments (\$10B), and Petroleum Gas (\$8.58B)	Máquinas; Produtos minerais; Transporte; Produtos Químicos	Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura de Alta Tecnologia
Suécia	Cars (\$11.8B), Packaged Medicaments (\$8.04B), Refined Petroleum (\$7.56B), Vehicle Parts (\$5.22B), and Broadcasting Equipment	Máquinas; Transporte; Produtos minerais; Produtos Químicos	Manufatura de Média e Alta Tecnologia
Suíça	Gold (\$59B), Packaged Medicaments (\$46.2B), Blood, antisera, vaccines, toxins and cultures (\$32.9B), Base Metal Watches (\$13.6B), and Jewellery (\$10.9B)	Produtos Químicos; Metais Preciosos; Instrumentos	Manufatura de Baixa e Alta Tecnologia
Tailândia	Office Machine Parts (\$16.4B), Cars (\$9.55B), Integrated Circuits (\$8.73B), Delivery Trucks (\$8.23B), and Gold (\$7.62B).	Máquinas; Transporte; Plástico e Borracha; Alimentos	Manufatura de Baixa, Média e Alta Tecnologia
Turquia	Cars (\$12.7B), Refined Petroleum (\$6.63B), Delivery Trucks (\$4.99B), Jewellery (\$4.98B), and Vehicle Parts (\$4.93B).	Máquinas; Têxtil; Produtos minerais; Metais	Manufatura de Baixa, Média e Alta Tecnologia
Emirados Árabes Unidos	Crude Petroleum (\$57.2B), Refined Petroleum (\$32.1B), Gold (\$21.4B), Jewellery (\$13.7B), and Broadcasting Equipment (\$12B)	Produtos minerais; Metais Preciosos; Máquinas	Produtos Primários, Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura Baixa e de Alta Tecnologia
Reino Unido	Cars (\$39.4B), Gas Turbines (\$25.6B), Gold (\$24B), Crude Petroleum (\$22.6B), and Packaged Medicaments (\$19B).	Máquinas; Transporte; Produtos minerais; Produtos Químicos; Metais Preciosos	Produtos Primários, Manufatura de Alta Tecnologia
EUA	Refined Petroleum (\$84.9B), Crude Petroleum (\$61.9B), Cars (\$56.9B), Integrated Circuits (\$41.4B), and Vehicle Parts (\$41.2B)	Máquinas; Transporte; Produtos minerais; Produtos Químicos	Produtos Primários, Manufatura Baseada em Recursos, Manufatura Média e de Alta Tecnologia

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados e informações OEC e da classificação de Lall (2000).

Quadro A.2 – Síntese das características do perfil exportador dos países da amostra completa

País	Produtos primários	Manufaturas Baseadas em recursos	Manufaturas Baixa tecnologia	Manufaturas Média Tecnologia	Manufaturas Alta Tecnologia
Argélia	X	X			
Argentina		X			
Austrália	X	X			
Áustria				X	X
Bélgica				X	X
Brasil	X	X			
Bulgária		X			
Canadá		X		X	X
Chile	X				
China				X	X
Colômbia	X	X			
Croácia		X			X
Chipre		X			X
Rep. Tcheca				X	X
Dinamarca				X	X
Estônia				X	X
Finlândia		X		X	X
França				X	X
Alemanha				X	X
Grécia		X		X	
Hungria				X	X
Índia		X	X	X	
Indonésia	X	X	X		
Irlanda				X	X
Israel		X			X
Itália		X			X
Japão				X	X
Coréia do Sul				X	X
Latvia		X			X
Lituânia		X	X		
Malásia		X			X
México	X				X
Holanda		X			X
Noruega		X			
Nova Zelândia		X			
Peru	X	X			
Filipinas					X
Polônia				X	
Portugal			X	X	
Romênia				X	
Rússia	X	X			
Arábia Saudita	X	X			
Cingapura				X	X

Eslováquia				X	X
Eslovênia				X	X
África do Sul	X	X			
Espanha		X			X
Suécia				X	X
Suíça		X			X
Tailândia			X	X	X
Turquia			X	X	X
Emirados Árabes Unidos	X	X	X		X
Reino Unido	X				X
EUA	X	X		X	X

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados e informações OEC e da classificação de Lall (2000).

ENSAIO 2 - DETERMINANTES DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA EM ECONOMIAS BASEADAS EM RECURSOS NATURAIS: UMA ANÁLISE COM DADOS DOS ESTADOS BRASILEIROS

Resumo

Este ensaio analisa os fatores potencialmente determinantes do processo de sofisticação produtiva no longo prazo em economias exportadoras de bens primários e baseados em recursos naturais. Assim, são investigados os efeitos sobre a complexidade econômica de uma pauta exportadora baseada em recursos naturais (participação, concentração e valor exportado) e de aspectos relativos ao capital humano, infraestrutura, investimento, diversificação produtiva, renda e abertura comercial. A metodologia utilizada consiste na 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 uma significativa concentração de recursos naturais na composição exportadora, bem como um 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: Complexidade Econômica; Recursos Naturais; Determinantes; Painel; Cointegração.

Abstract

This essay analyzes the potentially determinant factors of the productive sophistication process in the long run in economies that export primary goods and based on natural resources. Thus, it investigates the effects of an export basket based on natural resources (share, concentration and exported value) and aspects related to human capital, infrastructure, investment, productive diversification, income and trade opening on economic complexity. The methodology consists of estimating a Pooled Mean Group (PMG) cointegration panel for the sample composed of the 27 Brazilian federative units, with annual data from 2002 to 2017. The results suggest that a significant natural resources concentration in the export basket, 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: Economic Complexity; Natural Resources; Determinants; Panel; Cointegration.

2.1 Introdução

A forte concentração produtiva da economia brasileira em recursos naturais aliado ao retrospecto econômico pouco expressivo observado a partir da segunda década dos anos 2000 tem ocasionado um intenso debate acerca da configuração da estrutura produtiva e exportadora predominante no Brasil, colocando em discussão se, de fato, a centralização dos esforços voltados ao setor de recursos naturais é a melhor perspectiva de desenvolvimento para os anos vindouros. Nestes termos, com uma estrutura produtiva e exportadora extremamente volátil às oscilações no mercado internacional de *commodities* no longo prazo, é inevitável questionar se o atual padrão de especialização da economia brasileira pode dificultar a alavancagem da sofisticação produtiva do país.

A visão estruturalista enfatiza que o desenvolvimento econômico está fortemente ligado a uma transformação radical na estrutura de produção para suprimir obstáculos, gargalos e outras rigidezes do subdesenvolvimento. Partindo desse pressuposto, tal literatura destaca a importância de instrumentos que possam permitir a economia convergir para um processo de mudança estrutural necessária ao desenvolvimento econômico. No que diz respeito à diversificação produtiva e exportadora, o principal argumento é o de que o desenvolvimento envolve uma realocação da produção dos setores de baixa para os de alta produtividade, onde prevalecem retornos crescentes de escala, fortes adensamentos de conhecimento e transbordamentos positivos de capacidades produtivas (*capabilities*).

Por essa perspectiva, é razoável considerar a relevância da abordagem da Complexidade Econômica proposta por Hidalgo e Hausmann (2009). Estes autores partem da hipótese de que a estrutura produtiva de uma economia é determinada pelo conjunto de *capabilities* que são necessárias para se produzir certo bem. Quanto mais complexas são tais capacidades, ou seja, quanto mais diversas e exclusivas, maior a possibilidade de a economia desenvolver produtos novos a partir delas, bem como gerar adensamentos produtivos pelo princípio da coexportação (*product space*). Isto posto, o tipo de especialização produtiva pode apresentar efeitos diferentes sobre o crescimento econômico, uma vez que alguns produtos possuem uma rede densa de conexões, ajudando o país ou região a desenvolver várias capacidades, enquanto outros não possuem o mesmo efeito.

Considerando tais aspectos, este ensaio pretende avaliar os fatores determinantes da sofisticação produtiva em economias especializadas em bens primários ou baseados em recursos naturais. A hipótese consiste na interpretação 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. Ademais, levando em conta que o tipo de especialização é significativo para o crescimento de longo prazo (caráter preditivo da metodologia), a forte concentração e o direcionamento da estrutura produtiva em recursos naturais podem atuar como obstáculo ao processo de sofisticação da economia. Portanto, assume-se os embasamentos teóricos e metodológicos propostos por Hidalgo e Hausmann (2009), evidenciando que o tipo de especialização da atividade produtiva é determinante para a configuração do seu adensamento e pode configurar um forte empecilho à convergência de renda no longo prazo.

Para esse propósito, o presente trabalho adota uma abordagem empírica amparada por modelos de cointegração com dados em painel – *Pooled Mean Group* (PMG) – com dados anuais para a amostra das 27 unidades federativas do Brasil no período de 2002 a 2017. Com isso, pretende-se empreender uma investigação empírica sobre os efeitos das exportações de bens primários (como medida de especialização/diversificação produtiva) sobre a complexidade econômica brasileira, utilizando informações do Índice de Complexidade Econômica (ECI) fornecidos pelo Instituto DATAVIVA.

O ensaio contribui com a literatura na medida em que proporciona uma investigação empírica acerca dos determinantes da sofisticação produtiva, com ênfase em variáveis alternativas de concentração em recursos naturais. Para isso, o trabalho caracteriza a distribuição dos estados brasileiros aplicando uma classificação de exportações para cada unidade federativa, conforme Lall (2000), e utiliza a variável para estimar modelos baseados nas variáveis listadas na literatura como fatores determinantes da diversificação e sofisticação. Destarte, o padrão de especialização dos estados é avaliado em três especificações: i) concentração de recursos naturais na pauta de exportações, a partir da composição das exportações de todos estados, em cada ano; ii) participação das exportações de recursos naturais no Produto Interno Bruto (PIB); iii) valor das exportações de recursos naturais. Em vista disso, os resultados esperados das estimações podem indicar se a especialização em recursos naturais é prejudicial ao processo de sofisticação produtiva no longo prazo.

O ensaio está organizado em seis seções, além dessa introdução. A segunda e terceira seções sistematizam, respectivamente, os aspectos teóricos e empíricos que dão suporte à elaboração do modelo econométrico estimado. Na quarta seção apresenta-se, de forma descritiva, indicadores inerentes ao perfil exportador dos estados brasileiros. A quinta seção informa as estratégias metodológicas empregadas. A sexta seção discute os resultados obtidos.

2.2 Fundamentação teórica: recursos naturais, diversificação e sofisticação produtiva

Ao longo do tempo, estudiosos quanto aos efeitos do padrão de especialização produtiva sobre o crescimento e o desenvolvimento econômico têm se preocupado com metodologias destinadas a investigar a relação da abundância/dependência de recursos naturais e as dificuldades provenientes em gerar diversificação produtiva. Neste sentido, o fator relevante consiste em interpretar a intensidade em que os recursos naturais tornam a economia vinculada 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 relativas a inquietações com a composição, direcionamento e dependência da estrutura produtiva em favor dos 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 que o tipo de especialização produtiva tem diferentes consequências sobre o processo de crescimento econômico de longo prazo, uma vez que alguns produtos possuem uma rede densa de conexões, ajudando o país ou região a desenvolverem várias capacidades, enquanto outros não possuem o mesmo efeito. Assumindo que as vantagens comparativas dos países ou regiões são reveladoras do grau de especialização produtiva, Hidalgo e Hausmann (2009, 2010) observam que, se uma economia consegue exportar um determinado produto com vantagem comparativa, ela reúne as capacidades 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, sua complexidade está relacionada à capacidade de diversificar e reunir habilidades exclusivas (não ubíquas) dos produtos exportados por ela.

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 se atentar para a associação existente entre estruturas produtivas orientadas à concentração de 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 de recursos naturais e baixa sofisticação também 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, nada mais é que uma atividade com *capabilities* facilmente reproduzíveis e encontrada na maior gama dos países. Por exemplo, a partir de dados do *Observatory of Economic Complexity* (2022), o petróleo bruto em 2020 foi o terceiro produto mais exportado no mundo (US\$ 640 bilhões), no entanto, no *ranking* de complexidade do produto, o bem se encontra na posição 1.020 de 1.028 produtos listados. Ainda que a dinâmica de exportação do petróleo bruto possa ser concentrada em sua maior parte em 21 países, outros 152 apresentam valores de exportações para o bem, logo, ele apresenta ubiquidade elevada. No *ranking* dos produtos com menores índices de complexidade do produto (PCI), todos são relacionados com recursos naturais: borracha; petróleo bruto; resinas de insetos; minério de alumínio; algodão bruto; minério de manganês; cocos; castanhas do Brasil e caju; minérios de estanho; minério de crômio; e sementes de cacau.

Por esse ângulo, o tipo de diversificação produtiva é importante, isso, 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). Dessa maneira, a trajetória de crescimento de longo prazo está também vinculada à capacidade de uma economia se tornar mais complexa (diversificada e não ubíqua), de forma que a sofisticação produtiva de um país (região) está correlacionada com a renda, e 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, 2020).

Diante desse 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 a economia até a chamada *quiescence trap*, o que ocorre porque a escalada de uma economia está subordinada a busca pela complementaridade de capacidades. Economias com baixa sofisticação tendem a se deparar com maiores adversidades para reunir e aplicar de forma útil *capabilities*, em contraste com aquelas que já apresentam uma estrutura produtiva sofisticada, de forma que, em um cenário de *capabilities* restritas ou concentradas em atividades de baixo adensamento, as chances de desenvolver uma nova habilidade e gerar um adensamento produtivo com outras capacidades existentes, que resultem em novos produtos,

são menos exitosas. “Assim, países com poucas (muitas) capacidades enfrentarão baixos (altos) incentivos à acumulação de capacidades adicionais. Chamamos a isto de *quiescence trap*” (HAUSMANN; HIDALGO, 2011, p. 4). O maior problema decorrente dessa relação resulta da entrada em um ciclo de baixa complexidade, pois a aquisição de novas *capabilities* possui uma 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).

2.3 Evidências empíricas

Desde o desenvolvimento do Índice de Complexidade Econômica (ECI) por Hidalgo e Hausmann (2009), na primeira década dos anos 2000, vultosa foi a sua difusão na literatura focada na análise das relações entre padrões de especialização, mudanças estruturais e crescimento econômico. Essa metodologia permitiu uma robustez analítica à argumentação teórica de muitos estudos, de modo que o ECI, pela relação com a acumulação de *capabilities*, frequentemente é utilizado como um indicador representativo da melhora qualitativa da estrutura produtiva. Não por acaso, a escola estruturalista o associa como um determinante das características do processo de desenvolvimento econômico (BRESSER-PEREIRA, 2016; GALA *et al.*, 2018). Assim, o ECI é usualmente abordado pela literatura como uma variável explicativa em diversos estudos relativos à predição e duração dos ciclos de crescimento econômico, correlação da sofisticação produtiva e o mercado de trabalho, associação com cadeias globais de valor, desenvolvimento humano, sustentabilidade, emissões de gases e crescimento verde, desigualdade de renda, dentre outros. Torna-se razoável a dedução de que, por natureza, o ECI remete à intensidade e à qualidade das trajetórias de expansão estrutural (HARTMANN *et al.*, 2017; ZHU; LI, 2017; GALA *et al.*, 2018; LÉLIS *et al.*, 2019).

No entanto, menos numerosos são os estudos que destacam os determinantes da complexidade econômica, assumindo o ECI como variável dependente. Dentre os trabalhos que investigaram empiricamente 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, taxa de matrícula no ensino médio e superior, etc.); PIB *per capita*; investimento; receitas de recursos naturais; concentração de exportações; termos de troca; infraestrutura; tarifas; participação de empregos na indústria e serviços; investimento direto estrangeiro (LYUBIMOV; OSPANNOVA, 2019; YALTA; YALTA, 2021; ERKAN, B; CEYLAN, 2021; ERKAN; YILDIRIMCI, 2015; AZAM, 2017; ALENCAR *et al.*, 2018;

LARA-RODRÍGUEZ *et al.*, 2018; GALA *et al.*, 2018; LAPATINAS; LITINA, 2018; LAPATINAS, 2019; AGOSIM *et al.*, 2011; DING; HADZI-VASKOV, 2017).

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. Além disso, 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, mas pode exercer um impacto positivo onde existem boas instituições.

Erkan e Yildirimci (2015) exploraram a relação entre competitividade das exportações e o ECI para o caso da Turquia; e analisaram a relação entre tais variáveis em uma regressão de corte transversal por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) em uma amostra de 110 países para o ano de 2012. O ECI é utilizado como variável dependente e são incluídas variáveis explicativas, envolvendo sofisticação empresarial, ensino superior e treinamento, infraestrutura, inovação, desempenho logístico, prontidão tecnológica e amplitude da cadeia de valor. Os resultados mostraram a importância do desempenho logístico para a complexidade dos produtos, para a diversificação e mercados de exportação. O ECI também se revelou bastante afetado pela amplitude da cadeia global de valor, ensino superior e treinamento.

O estudo de Ding e Hadzi-Vaskov (2017) investigou como a qualidade da infraestrutura, a educação e os níveis tarifários afetam a composição das exportações na América Latina e no Caribe (ALC). Para isso, empregaram a metodologia de dados em painel, com informações do período 1962-2013, gerando quatro modelos distintos conforme a variável dependente – ECI; concentração produtiva; sofisticação da economia; e Índice de 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 modelos foram estimados por estimadores de efeito fixo e com variáveis instrumentais. Os resultados obtidos 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 estão associadas a maiores níveis de complexidade econômica.

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 (*product space*) mais sofisticado, com efeitos positivos diretos e indiretos sobre o

crescimento econômico. A análise empírica empregou um modelo de corte transversal com estimador de MQO robusto para corrigir a heterocedasticidade. O ECI, variável explanatória, foi adotada como *proxy* de sofisticação da estrutura de exportação dos 108 países da amostra para o ano de 2010. Os resultados apontaram que países com quocientes intelectuais altos produzem e exportam produtos mais sofisticados/complexos.

Ainda sobre os efeitos do conhecimento, Laverde-Rojas e Correa (2019) examinaram a relação entre complexidade econômica e produção científica. Aplicando técnicas de dados em painel a uma amostra de 91 países entre 2003 e 2014, os autores observaram que a produtividade em ciências básicas e engenharia tem efeito positivo na complexidade econômica. Entretanto, tal relação só se mantém estável para países de alta renda, onde as capacidades universidade-indústria-governo interagem para estimular e gerar inovação e estratégias de crescimento nas empresas.

Camargo e Gala (2017) investigaram 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 4 anos (1965-2013) para a estimação de modelos GMM *System*, e controlando os gastos do governo, grau de abertura e o tamanho da população, verificou-se uma relação negativa entre maiores níveis de concentração de exportações em recursos naturais e maior sofisticação produtiva.

Gala *et al.* (2018) adotaram o ECI 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, foram elaborados dois painéis de dados e aplicado o estimador MGM com instrumentos. Considerando 35 países com dados de 1995, 2000, 2005 e 2010, uma primeira equação empregou o ECI como variável dependente e a participação de empregos industriais e em serviços sofisticados no total de empregos como variável explicativa. Verificou-se que, no longo prazo, um aumento nos empregos sofisticados se relaciona ao aumento no ECI. No segundo painel, considerando a agregação em dez setores de atividade em 32 países, no período de 1970 a 2010, o ECI foi utilizado como variável dependente e as variáveis explicativas foram desagregadas na participação de empregos em serviços sofisticados e na participação de empregos industriais no total de empregos. Os autores concluíram que os serviços sofisticados tiveram maior impacto de longo prazo na sofisticação do que os empregos industriais.

Yalta e Yalta (2021) investigaram os determinantes da complexidade econômica em países do Oriente Médio e do Norte de África (MENA) no período 1970-2015 empregando a

metodologia *GMM System*. Os autores consideraram que a identificação dos possíveis motores da sofisticação produtiva situava-se sobre os determinantes das exportações de alta tecnologia, diversificação econômica e diversificação das exportações. Assim, tomaram a importância do Capital Humano (*proxy* para educação, conhecimento, capacidade e produtividade, inovação); PIB *per capita* (*proxy* para grau de desenvolvimento do país); Termos de Troca (a sofisticação produtiva resulta em melhora na relação entre o preço dos bens exportados e importados); Investimentos (*proxy* de estímulo às exportações de alta tecnologia). Também incorporaram os efeitos das Receitas de Recursos Naturais (hipótese de Doença Holandesa), já que a concentração naqueles produtos pode conduzir ao declínio nos outros setores e, eventualmente, prejudicar a diversificação e sofisticação. Os autores encontraram efeitos positivos do Capital Humano sobre a complexidade econômica, ao passo que as Receitas dos Recursos Naturais tiveram influência negativa, apoiando a existência da Doença Holandesa nesse grupo de países.

Orsolin Teixeira *et al.* (2022) verificaram o efeito da complexidade econômica sobre o crescimento e a transformação produtiva das unidades federativas no Brasil entre 2003 e 2014, e analisaram os fatores que determinam a complexidade econômica nos entes subnacionais. Os autores utilizaram um conjunto de índices de complexidade econômica (linear e não linear) aplicados em painéis *GMM System*. Os resultados evidenciaram relações positivas entre a complexidade econômica 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.

Romero *et al.* (2022) focaram na relação entre complexidade econômica e desenvolvimento regional com dados de municípios brasileiros no período de 2006-2017 e procederam um estudo específico de *product space* para Belo Horizonte (MG). O estudo adotou a metodologia de painel por efeitos fixos, avaliando a relação entre complexidade econômica regional e dados de emprego e PIB *per capita*. Os resultados apontaram que estratégias para diversificação inteligente tendem a ser favoráveis em regiões que apresentaram melhorias da sua complexidade. A análise do *product space* para Belo Horizonte indicou nas simulações a existência de ganhos potenciais de complexidade ao implementar estratégias de diversificação direcionadas a setores específicos, como maquinário, químico e metal-mecânico.

Carvalho *et al.* (2022) avaliaram se o aumento de complexidade econômica implicou em crescimento do PIB *per capita* nos municípios brasileiros, tomando como referência o período de 2009 a 2019. Com esse objetivo, os autores adotaram 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*). Os

resultados indicaram que o aumento de complexidade econômica gerou um 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 o presente trabalho se difere dos estudos de Orsolin Teixeira et al. (2022), Romero et al. (2022), Carvalho et al. (2022) e outros relacionados ao caso brasileiro, ao direcionar seus 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 pelo trabalho constitui 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. As classificações de intensidade tecnológica de Lall (2000) e da NACE (Rev. 2, *2-digit level*) são adotadas como critérios para classificação do perfil exportador dos estados.

2.4 Complexidade econômica e perfil das exportações dos estados brasileiros

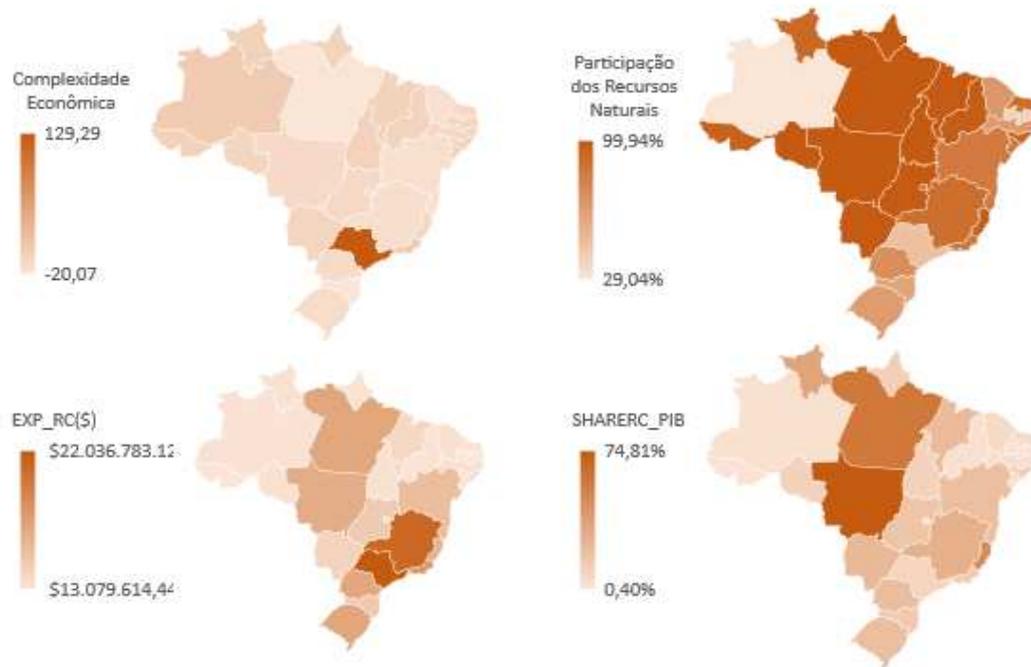
De acordo com o *Atlas da Complexidade* (2022)⁵, no período entre 2002 e 2017, o Brasil regrediu da 30^a para a 55^a posição no *ranking* de complexidade econômica mundial. Essa queda ressalta a preocupação com a perda da sofisticação produtiva nacional, ao passo em que se discute os efeitos do aprofundamento 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, torna-se razoável examinar a distribuição produtiva e exportadora no território nacional a fim de evidenciar como a participação dos recursos naturais pode ter forte influência no declínio da complexidade econômica brasileira ao longo dos anos 2000.

A Figura 2.1 apresenta a distribuição espacial no território brasileiro conforme a complexidade econômica (DATAVIVA, 2022); a participação (em %) dos recursos naturais na pauta de exportação dos estados, calculado para cada ano, por meio do critério de classificação

⁵ O Atlas da Complexidade Econômica é uma ferramenta de visualização de dados construído pela *Harvard Kennedy School of Government* que permite explorar os fluxos comerciais globais.

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 (SHARERC_PIB).

Figura 2.1 – Complexidade econômica e recursos naturais dos estados brasileiros, 2002-2017, (média do período)



Fonte: Elaboração própria baseada nos dados do Comexstat (2023), da plataforma DATAVIVA (2022), aplicados os critérios de classificação das exportações de Lall (2000), ver Apêndice B.

Em média, os estados de São Paulo, Amazonas e Rio de Janeiro performaram como as unidades federativas mais complexas do Brasil (DATAVIVA, 2022). Entre 2002 e 2008, a composição da pauta exportadora de São Paulo era constituída predominantemente por bens de média e alta intensidade tecnológica, sendo eles: veículos automóveis, tratores, ciclos e outros veículos terrestres, suas partes e acessórios; reatores nucleares, caldeiras, máquinas, aparelhos e instrumentos mecânicos, e suas partes; aeronaves e aparelhos espaciais, e suas partes; máquinas, aparelhos e materiais elétricos, e suas partes; aparelhos de gravação ou de reprodução de som, aparelhos de gravação ou de reprodução de imagens e de som em televisão, e suas partes e acessórios. Tais produtos, correspondiam a pouco mais de 40% da pauta. No entanto, a partir de 2009, o produto mais exportado pelo estado de São Paulo passou a ser da indústria alimentícia, na categoria de açúcares e produtos de confeitaria (com pouco mais de 10% na pauta), reduzindo a composição dos setores de média-alta tecnologia cerca de 30%. Cabe

destacar que, em se tratando de diversidade, o estado de São Paulo é o de maior representação, tendo, em média, 1.108 produtos exportáveis.

O Amazonas também apresentou uma mudança na predominância de sua pauta exportadora. Entre 2002 e 2005, a hegemonia exportadora do estado era constituída por bens de média-alta tecnologia, oscilando entre 70% e 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. Completavam a pauta moderadas participações de produtos da indústria alimentar (preparações alimentícias diversas). A partir de 2007, os produtos relacionados a preparações alimentícias diversas ganharam mais espaço, ao mesmo tempo em que máquinas e veículos recuaram em participação na pauta. Esse cenário atingiu seu ponto de mudança a partir 2013, quando os produtos da indústria alimentar (caracterizados pela baixa tecnologia e 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, no entanto, 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 apresenta um comportamento peculiar se comparado ao arranjo exportador de São Paulo e Amazonas, visto que entre 70% e 80% de sua pauta exportadora é dominada por combustíveis minerais, óleos minerais e produtos da sua destilação, matérias betuminosas e ceras minerais e ferro fundido, ferro e aço. Assim, a complexidade do estado, de acordo com a metodologia, se comparado aos demais, resulta da quantidade de bens exportados (diversidade de sua pauta) (ver Tabela 2.1) e pela 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*.

Em contrapartida, estados como Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná, apesar de possuírem diversidade similar ao estado do Rio de Janeiro (Tabela 2.1), apresentaram ao longo do tempo um avanço significativo dos recursos naturais em suas pautas de exportação, 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.

Tabela 2.1 – Diversidade das exportações dos estados brasileiros, 2002, 2010 e 2017 (em 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 Comexstat (2023) e plataforma Dataviva (2022).

Para os demais estados, os indicadores de complexidade são sempre negativos (DATAVIVA, 2022), o que pode ser interpretado como reflexo do aprofundamento da estrutura produtiva em atividades com baixo potencial de sofisticação. No entanto, existem algumas diferenças que podem ser consideradas, mas que convergem para o mesmo problema da baixa sofisticação. Estados como Pará, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo e Goiás possuem sua formação exportadora constituída majoritariamente por bens primários ou baseados em recursos naturais, de 89% a 99%, segundo dados do COMEXSTAT (2023). Embora seus valores de diversidade sejam razoáveis, o peso que os recursos naturais

exercem na estrutura produtiva é sintomático, de modo que a forte concentração dessas atividades sinaliza um obstáculo estrutural à sofisticação.

De maneira similar, os estados do Maranhão, Tocantins, Roraima, Amapá, Piauí, Sergipe, Acre e Alagoas são fortemente concentrados em recursos naturais (próximo de 99% da pauta de exportação), todavia 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*.

Dois casos interessantes da relação entre concentração em recursos naturais e baixa complexidade são os estados da Paraíba e Ceará, cuja média da participação/concentração dos recursos naturais estão entre as menores das 27 unidades da federação (38% e 68%, respectivamente), contudo, diferentemente de Amazonas e São Paulo, a disposição das exportações estão sistematicamente concentradas na indústria de baixa intensidade tecnológica (têxtil e calçados), enquanto os recursos naturais completam a distribuição do perfil exportador. Assim, 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, e suas partes).

A Tabela 2.1 também apresenta a direção da mudança da diversidade das 27 unidades federativas, indicando os estados que ganharam ou perderam em quantidade de produtos exportados entre 2002 e 2017. Assim, em primeira vista, o avanço na diversidade parece indicar um passo preliminar para melhoria da sofisticação, tendo em consideração que quase todos os estados expandiram a quantidade de produtos em sua pauta de exportação (apenas Maranhão e Rio de Janeiro perderam em diversidade) entre 2002 e 2017. Contudo, focando a análise no recorte de tempo entre 2010 e 2017, os primeiros sinais da perda da diversidade (10 estados) começam a se tornar evidentes, expondo que, a partir da segunda década dos anos 2000, há um avanço dos recursos naturais nas pautas de exportação dos estados somado com a perda de diversidade de produtos (DATAVIVA, 2022, COMEXSTAT, 2023). Portanto, é necessário considerar, para além do simples crescimento, ao analisar os dados anuais das exportações de cada estado que exibiu avanços na diversidade, tem-se que o perfil dos produtos são, quase em sua totalidade, primários e baseados em recursos naturais, o que suscita uma das problemáticas propostas nessa tese: diversificação concentrada em recursos naturais é benéfica à sofisticação?

As próximas seções (metodologia e resultados) pretendem verificar empiricamente essa proposta, bem como os efeitos dos fatores estruturais preliminarmente indicados nas evidências empíricas sobre a sofisticação produtiva dos estados brasileiros.

2.5 Metodologia e dados

O objetivo do presente ensaio consiste em examinar empiricamente os efeitos de uma estrutura produtiva-exportadora baseada em recursos naturais sobre as possibilidades de sofisticação produtiva da economia brasileira. Nestes termos, são considerados como principais fatores explicativos do grau de sofisticação de uma 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; os investimentos em infraestrutura; o PIB *per capita* e o grau de abertura comercial.

Para isso, o trabalho percorre uma estratégia empírica focada em investigar os efeitos de longo prazo entre as variáveis supracitadas, visto que os fatores explicativos elencados remetem, em grande parte, a características estruturais das economias. Logo, é admissível considerar que qualquer expectativa de retorno de mudanças estruturais relacionadas à sofisticação da estrutura produtiva (composição da pauta exportadora, *capabilities*, infraestrutura, etc.) encontram-se orientadas para o longo prazo.

Em vista disso, a abordagem proposta segue em realizar estimações de longo prazo tendo como composição amostral dados relativos aos estados brasileiros, especificando um modelo de cointegração com uma estrutura de dados em painel Autorregressivo com Defasagens Distribuídas (ARDL). A metodologia adotada 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 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 intercepções, mas exige que os parâmetros de inclinação sejam idênticos para todas as seções transversais, o que pode ser uma suposição altamente restritiva.

O modelo PMG-ARDL estimado na forma de vetores de correção de erros (ARDL-ECM) pode ser especificado conforme a equação 2.1, a seguir:

$$\Delta(y)_{it} = \phi_{it}(y)_{i,t-1} + \beta' x_{it} + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij}^* \Delta(y)_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta_{j=0}' \Delta(x)_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it1} \quad (2.1)$$

em que $(\Delta(y)_{it})$ é a variável dependente e Δ a primeira diferença, (x) são as variáveis independentes; $\phi_i = -(1 - \sum_{j=1}^p \lambda_{ij})$ 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; $\lambda_{ij}^* = -\sum_{m=j+1}^p \lambda_{im}$ $j = 1, 2, \dots, p - 1$ 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 (ECI), com ênfase nos efeitos das variáveis relativas à concentração, participação e valor exportado dos recursos naturais, as quais caracterizam o perfil exportador dos estados brasileiros. Também são adotadas algumas variáveis de controle para proporcionar melhor especificação dos modelos, conforme descrito no Quadro 2.1, as quais foram escolhidas com base nos estudos empíricos dos determinantes da diversificação das exportações e da sofisticação produtiva de acordo com a literatura revisada nas seções 2.2 e 2.3 deste ensaio. Os dados utilizados 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) e apresentado pelo *Observatory of Economic Complexity* (OEC), 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 2.2:

$$ECI_c = \frac{1}{M_c} \sum_p M_{cp} PCI_p \quad (2.2)$$

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. Em vista disso, os resultados obtidos para o ECI indicam que valores positivos (negativos) e mais próximos do extremo positivo (negativo) representam maior (menor) complexidade.

Quadro 2.1 – Variáveis, fontes e sinais esperados

Variáveis	Definição/Unidade	Fonte	Sinal esperado
<i>ECI</i>	Índice de Complexidade Econômica (valores menores do que 1 indicam estados com baixa complexidade, valores maiores do que 1 refletem estados mais complexos)	DATAVIVA	Variável Dependente
<i>Share_exp</i>	Participação das exportações de produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais no PIB (em %)	Ministério da Economia-SECEX	Negativo
<i>Part_Rec</i>	Concentração da pauta exportadora em produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais (50% ou mais da cesta)	Ministério da Economia-SECEX	Negativo
<i>Exp_Rec</i>	Valor das exportações de produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais (em US\$)	Ministério da Economia-SECEX	Negativo
<i>Cap_h</i> (anos de estudo)	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</i> (desp ed)	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 (%)	Ministério da Economia-SECEX	Positivo

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis explicativas de interesse representam o padrão de especialização exportadora e a direção da estrutura produtiva, 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)⁶; ii) participação das exportações no PIB (*Share_Rec*); iii) valor das exportações de recursos naturais (*Exp_Rec*). Os resultados esperados das estimações podem indicar se a especialização em recursos naturais é prejudicial ao processo de sofisticação produtiva, tendo em vista que a proporção que uma economia baseada em recursos naturais obtém ganhos decorrentes da especialização, 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 presença 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, i.e., 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*).

As demais variáveis de controle, conforme sugerido pela literatura, representam fatores estruturais que influenciam o progresso em direção de uma estrutura produtiva mais sofisticada no longo prazo, os quais envolvem:

- 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 sobre as exportações de alta tecnologia do conhecimento, da capacidade e da produtividade local;
- 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 oriunda do desenvolvimento de habilidades internas resulta em maior diversidade 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 exportações;

⁶ Ver Apêndice B, Quadro B.1.

- 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 pode ser definido pela equação 2.3:

$$\Delta(ECI)_{it} = \alpha + \alpha_1 T + \beta_1 (ECI)_{it-1} + \beta_2 (RN)_{it-1} + \beta_3 (X)_{it-1} + \sum_{j=1}^p \beta_4 \Delta(ECI)_{it-j} + \sum_{j=1}^q \beta_5 \Delta(Part_Rec)_{it-j} + \sum_{j=1}^r \beta_6 \Delta(X)_{it-j} + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

sendo *ECI* o Indicador de Complexidade Econômica de cada estado (*i*) no período (*t*); *RN* 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 os objetivos e premissas levantadas no presente 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 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.

Na sequência, as especificações IV e V remetem às variáveis representativas do capital humano, evidenciados pelo tempo dedicado na formação e pelo volume de recursos públicos despendidos em favor da educação (*anos de estudo* e *desp_ed*), de modo que potenciais efeitos dessas *capabilities* de conhecimento possam ser oportunos a uma estrutura mais complexa.⁷

As especificações VI e VIII estimam o impacto da infraestrutura (*desp_tra* e *desp_san*) determinados pelos gastos com transportes e saneamento básico. É razoável justificar que o saneamento básico envolve um conjunto de serviços fundamentais para o desenvolvimento

⁷ Os modelos que foram estimados com a variável “anos de estudo” utilizaram dados do período de 2002 a 2015, devido à limitação de informações sobre a variável.

socioeconômico, em razão de que o incremento de serviços voltados ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza e drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais, geram significativas contribuições à saúde, educação, meio ambiente e economia (TUROLLA; OHIRA, 2005). Portanto, o aperfeiçoamento na infraestrutura de saneamento abrange não apenas aspectos sociais, marcados pela melhora da qualidade de vida da população, mas alcança também avanços na estrutura produtiva, uma vez que, em especial, a indústria também se beneficia das benfeitorias aplicadas a um sistema de saneamento mais refinado.

Também é admissível ponderar que a infraestrutura de transportes se manifesta como um fator decisivo ao desempenho produtivo, principalmente no Brasil, cuja forma predominante de escoamento de bens se dá via terrestre. A literatura atesta que investimentos em infraestrutura de transportes podem conduzir ao crescimento econômico resultante de uma estrutura produtiva mais eficiente, posto que um sistema de transporte dinamizado pode facilitar o comércio de bens e insumos, e conectar regiões periféricas a melhores serviços (ANDRÉS *et al.*, 2014). Os efeitos positivos de regiões dinamizadas pela facilidade de transporte beneficiam tanto as unidades produtivas localizadas nas regiões pela redução de custos de matéria-prima e mão-de-obra, como as unidades fora das regiões por meio de efeitos indiretos desencadeados pelo aumento da demanda de produtos e serviços.

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 que integrarão o patrimônio público, e contribuem diretamente para a formação ou aquisição de um bem de capital, de maneira que esse tipo de dispêndio público atua diretamente sobre a estrutura produtiva. Ademais, 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 foram 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*, de Hidalgo e Hausmann (2009); e pela abertura comercial (*Abert*), controlando os efeitos que estados mais (menos) abertos podem exercer sobre a capacidade de sofisticar sua estrutura produtiva.

2.6 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. 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.

Tabela 2.2 – Testes de raiz unitária

	Levin-Lin-Chu	Im-Pesaran-Shin	ADF-Fisher	PP-Fisher	Decisão
<i>ECI</i>	-2,93437 [0,0017]	-1,54755 [0,0690]	79,5082 [0,0135]	105,335 [0,0000]	Estacionária
<i>Part_Rec</i>	-1,67516 [0,0470]	-1,44703 [0,0739]	74,4453 [0,0340]	118,833 [0,0000]	Estacionária
<i>Share_Rec</i>	-3,31981 [0,0005]	-0,99441 [0,1600]	61,2788 [0,2313]	53,4570 [0,4953]	Não estacionária
<i>Exp_Rec</i>	-4,04161 [0,0000]	-0,88135 [0,1891]	-58,6678 [0,3083]	53,6692 [0,4871]	Não estacionária
<i>Cap_h (anos de estudo)</i>	-4,73914 [1,0000]	-0,88135 [0,1891]	-58,6678 [0,3083]	53,6692 [0,4871]	Não estacionária
<i>Cap_h (desp_ed)</i>	1,62436 [0,9479]	6,18013 [1,0000]	19,3605 [1,0000]	20,1160 [1,0000]	Não estacionária
<i>desp_tra</i>	-3,14633 [0,0008]	-0,69445 [0,2437]	60,1216 [0,2638]	53,8693 [0,4794]	Não estacionária
<i>desp_cap</i>	-4,40495 [0,000]	-0,87693 [0,1903]	55,6702 [0,4117]	47,0428 [0,7375]	Estacionária
<i>desp_san</i>	1,62319 [0,9477]	6,12090 [1,0000]	13,5034 [1,0000]	13,3062 [1,0000]	Não estacionária
<i>PIB_pc</i>	3,11030 [0,052]	8,45224 [1,0000]	6,64982 [1,0000]	5,85184 [1,0000]	Estacionária
<i>Diver</i>	-2,01063 [0,0222]	-2,91872 [0,0018]	86,3140 [0,2989]	146,308 [0,000]	Estacionária
<i>Abert</i>	-2,28691 [0,0111]	0,04508 [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.

O objetivo da realização dos testes de estacionaridade é evitar que sejam utilizadas séries com ordem de integração diferente de $I(0)$ e $I(1)$. A Tabela 2.2 apresenta os resultados dos testes realizados, confirmando que as séries são 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 vários testes de cointegração que permitem interceptos heterogêneos e coeficientes de tendência em seções transversais.

A Tabela 2.3 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 2.3 – Teste de cointegração de Pedroni

Cointegration Test	Estatística Within-dimension	Estatística Between-dimension
Panel v-Statistic	-5,020959 (1,000)	-
Panel rho-Statistic	5,209280 (1,000)	7,309713 (1,000)
Panel PP-Statistic	-19,84153 (0,000)	-24,17608 (0,000)
Panel ADF-Statistic	-3,316691 (0,005)	-4,019565 (0,000)

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Hipótese nula = não há cointegração.

Probabilidades entre parênteses.

A Tabela 2.4 apresenta os resultados obtidos para as estimativas dos coeficientes de longo prazo e dos Mecanismos de Correção de Erros (ECM).

Tabela 2.4 – Coeficientes de longo prazo e ECM (Índice de Complexidade Econômica: variável dependente)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Part_Rec</i>	-2,83979* (0,63267)								-0,70826* (6,88E-08)	-5,10802* (1,06343)
<i>Share_Rec</i>		-6,97213* (1,14411)								
<i>Exp_Rec</i>			0,24155** (0,10553)							
<i>Cap_h</i> (anos de estudo)				0,60382* (0,16460)					0,00081* (0,16460)	0,02125* (0,00053)
<i>Cap_h</i> (<i>desp_ed</i>)					-0,04336 (0,12384)					
<i>desp_tra</i>						1,54E09* (0,05004)				0,49324* (0,07925)
<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)	0,07916* (0,03468)	-0,74075 (0,45148)	-0,01115 (0,01324)	-0,01362* (0,00847)	-0,00942* (0,00169)	-0,10650* (0,01106)	0,00891* (2,43E08)	-4,49574* (0,25947)
<i>Diver</i>	0,00423* (0,00067)	0,01261* (0,00153)	0,00039 (0,00127)	0,00113 (0,18926)	0,00263* (0,00075)	-0,03405* (0,00241)	-0,01187* (0,00049)	0,02423** (0,00785)	0,00371* (8,65E-10)	-0,01918* (0,00112)
<i>Abert</i>	0,01394* (0,00378)	0,01320* (0,00313)	0,01374* (0,01568)	0,00369* (0,00073)	0,01282* (0,00355)	0,01897* (0,00199)	0,01979* (0,00298)	0,01747* (0,00294)	0,00504* (3,59E-10)	0,013401* (0,00263)
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* (0,00312)	-0,61620* (0,00338)	-0,82607* (0,03468)	-0,95009* (0,45148)	-0,58125* (0,01324)	-0,44121* (0,00847)	-0,62644* (0,00169)	-0,18527** (0,01106)	-0,96023* (2,43E08)	-0,26522** (0,25947)

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

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

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, de acordo com a hipótese levantada nesse trabalho, quanto maior a concentração de recursos naturais na composição da pauta exportadora dos estados brasileiros, maiores serão também, no longo prazo, as dificuldades encontradas para sofisticar a estrutura produtiva, ou seja, diversificar e tornar a pauta exportadora constituída com maior presença de bens não ubíquos, representativos de *capabilities* e *skills* exclusivas.

Tais evidências são corroboradas pelos resultados das estimações do modelo II, que envolve a participação das exportações de produtos primários e manufaturas baseadas em recursos naturais no PIB (*Share_Rec*), cujo coeficiente obtido também é negativo e estatisticamente significativo. Dessa forma, o direcionamento (*Share_Rec*) e a concentração produtiva (*Part_Rec*) em favor de bens primários e manufaturas baseadas em recursos naturais com baixa intensidade tecnológica e pouco complexas, fundamentadas especialmente nas vantagens comparativas advindas da dotação de fatores em recursos naturais, parecem obstaculizar as possibilidades de transição para setores mais complexos e o desenvolvimento de atividades distintas daquelas das vantagens comparativas dos recursos naturais, com transbordamento inerentes àquelas atividades tidas como mais sofisticadas.

Isso pode ocorrer como resultado 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), Hausmann e Baliey (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 (*skills*) básicas necessárias já estão desenvolvidas localmente, o que torna mais fácil expandir e desenvolver para uma atividade correlata que exija *skills* similares.

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, posto que esse cenário mantido inalterado se mostra impeditivo a um transcurso de diversificação de produtos e setores similarmente sofisticados no tecido produtivo.

Uma contrapartida interessante a ser abordada quanto a presença de recursos naturais diz respeito ao contexto no qual a abundância ou dinâmica exportadora, *per si*, podem não ser rigorosamente um obstáculo à sofisticação, tal como evidenciado pelas estimações do modelo III, cuja variável de interesse se dá pelo valor das exportações de recursos naturais dos estados (*Exp_Rec*). Diferente das estimações anteriores, relativas à concentração e participação dos recursos naturais, o modelo III estima apenas a relação do valor exportado, que resulta em uma relação positiva e significativa, sugerindo que o fluxo de exportações dos recursos naturais não é necessariamente o fator determinante que atua como impeditivo em direção ao refinamento da estrutura produtiva, mas, sobretudo, a incapacidade de lidar com a forte concentração na composição exportadora (*Part_Rec*) e o forte direcionamento e dependência dos recursos naturais na estrutura produtiva (*Share_Rec*), os quais, de fato, exercem efeitos limitantes e desfavoráveis para uma transição benéfica em direção ao aumento da complexidade. Nestes termos, cabe apontar os Estados Unidos e o Reino Unido como exemplos desse contexto, pois, mesmo com valores elevados de exportações de recursos naturais, tais países se mantêm bem classificados no *ranking* de complexidade econômica, ocupando a nona e décima segunda posição, respectivamente (OEC, 2022).

Na sequência, estimam-se os efeitos do capital humano por intermédio das variáveis de recursos aplicados na educação e dedicação/tempo na qualificação (anos de estudo), por conseguinte, indicando uma parcela qualificada da mão de obra, representando um componente de *capabilities non-tradeable* apontado como imprescindível não somente para sofisticação produtiva, mas também como fator distintivo entre regiões no tocante ao desenvolvimento regional.

Os resultados apontam relação positiva e significativa esperada para o tempo de qualificação (modelos IV, IX e X), de modo que proporcionar ao contingente populacional e de força de trabalho mais tempo dedicado aos estudos viabiliza uma relação favorável à sofisticação no longo prazo. O capital humano é essencial ao desenvolvimento de *skills* internas/locais *non-tradeable*, premissa sustentada pela abordagem da complexidade econômica. Portanto, o capital humano, via formação de *capabilities*, pode afetar a produtividade (via conhecimentos inovativos) e a estrutura produtiva, mediante diversificação e não ubiquidade, e o crescimento econômico de longo prazo, sobretudo, se é hábil em 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 referente aos recursos aplicados em educação (modelo V) não se mostra estatisticamente significativa, 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, de maneira que, por suposição, os recursos devem ser orientados preliminarmente por critérios focados em elementos qualitativos visando a eficiência. Outro ponto de vista desse resultado pode ser percebido pela característica do destino desse recurso, direcionado à educação básica, cuja disseminação do conhecimento se dá pela homogeneização do conhecimento básico transmitido aos indivíduos, diferindo da variável dos anos de estudos, cuja particularidade é notada pela especialização do conhecimento (i.e., entrar no ensino superior pressupõe busca por conhecimentos e habilidades em áreas específicas).

Nesse sentido, Balland *et al.* (2021, p. 2) atentam para essa peculiaridade “the whole knows more because individuals know different [...] If individuals specialize, firms, cities, and countries diversify”, de forma que o desenvolvimento de *capabilities*, em especial, as capazes de gerar habilidades e atividades exclusivas, está relacionado também à oportunidade dos indivíduos em especializar seu conhecimento e, portanto, propiciar ganhos de capital humano, assim, “there are dynamic effects of specialization [...] it also allows them to create new knowledge”.

O conjunto de variáveis referentes à infraestrutura (*desp_tra* e *desp_san*) também apresenta resultados positivos e estatisticamente significantes (modelos VI e VIII, respectivamente), sugerindo que a melhoria na estrutura 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 e fortalecer a realocação de fatores dentro da perspectiva de integrações regionais, formam elementos estruturais de elevado proveito à dinamização produtiva.

Em linha, os resultados encontrados para a variável de investimento público (modelo VII), captado pelas despesas de capital (*desp_cap*), sustentam a relação positiva entre este tipo de gasto público e o aprimoramento produtivo, de modo que tais gastos podem transbordar positivamente para a estrutura produtiva, ocasionando condições para sofisticação.

A variável diversidade produtiva (*Diver*), na maioria das estimações, obtém sinais positivos com significância estatística esperada, em harmonia com a argumentação defendida de que a reunião de novas *capabilities non-tradebale*, 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 (*skills*) opera em favor da complexidade dessa economia.

A variável relativa à abertura comercial (*Abert*) apresenta resultados esperados e condizentes com a argumentação proposta nesse trabalho, 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 tecnológicas, que, ao serem incorporadas, colaboram para melhoria da estrutura produtiva.

Cabe destacar que os sinais obtidos para a variável PIB *per capita* (*PIB_pc*) não apresentaram 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).

Finalmente, no que se refere ao curto prazo, os coeficientes do Mecanismo de Correção de Erros (ECM) 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 mostrou 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, ainda que em resposta a choques, são mais lentas. Além disso, esse resultado sugere que o perfil exportador baseado em bens primários e manufaturas baseadas em recursos naturais possui mais dificuldades e exige mais tempo para lidar com os efeitos de choques e posterior retorno ao equilíbrio de longo prazo.

2.7 Considerações finais

Este ensaio teve como objetivo analisar empiricamente fatores estruturais e de especialização potencialmente determinantes ao processo de sofisticação produtiva em economias baseadas em recursos naturais no longo prazo. A abordagem empírica destacou, na concepção da especialização, variáveis representativas da concentração, participação/direcionamento e dinâmica exportadora de bens primários e manufaturas baseadas em recursos naturais na pauta de exportações e no produto. Também foram observados aspectos de cunho estrutural 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 *skills* exclusivas), sobretudo, na forte presença na pauta exportadora de bens primários ou manufaturas baseadas em recursos naturais.

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 um forte direcionamento produtivo intensificando a dependência em recursos naturais, pode obstaculizar a sofisticação e exercer efeitos limitantes e desfavoráveis para uma transição benéfica em direção a tornar uma economia mais diversificada e não ubíqua. Os resultados também confirmam que o tempo dedicado à qualificação, melhorias na infraestrutura e investimento público são fatores favoráveis à complexidade econômica, evidenciando que a melhora estrutural desses elementos oportuniza maiores possibilidades de desenvolvimento de habilidades (*skills*) locais e, conseqüentemente, contribuem para a sofisticação produtiva no longo prazo.

Portanto, os resultados empíricos do trabalho sugerem que existem duas direções de enfrentamento a serem perseguidas. A primeira, relacionada ao forte direcionamento e especialização produtiva em recursos naturais e manufaturas baseada 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 de longo prazo.

A segunda frente remete aos fatores estruturais (infraestrutura, capital humano, diversidade produtiva, renda, abertura comercial), cujos aperfeiçoamentos são essenciais para desenvolver, reunir, complementar e aplicar de forma efetiva *capabilities*. Mudanças e aprimoramentos em aspectos 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 estrutural brasileira e, conseqüentemente, avançar em direção aos benefícios de longo prazo vinculados à sofisticação produtiva. Logo, a capacidade de viabilizar o progresso estrutural, em suas diversas frentes (infraestrutura, transporte, saneamento, investimentos diretos etc...), está fortemente associada com a atuação pública saudável e clara na direção de um aprimoramento estrutural, de modo a funcionar como *push point*, estabelecendo um impulso capaz de transbordar positivamente. Isso

se torna especialmente relevante ao considerar a existência de ciclos de armadilhas de baixa complexidade, cuja atuação pública eficaz pode impulsionar avanços na trajetória da diversificação e não ubiquidade.

2.8 Referências

AGOSIN, M. R.; ALVAREZ, R.; BRAVO-ORTEGA, C. Determinants of export diversification around the world: 1962–2000. **The World Economy**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 295-315, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9701.2011.01395.x>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ALENCAR, J. F. L.; FREITAS, E.; ROMERO, J. P.; BRITTO, G. 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. **World Bank Policy Research Working Paper**, [s. l.], n. 7032, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10986/20327>. Acesso em: 17 jan. 2023.

AZAM, S. A cross-country empirical test of cognitive abilities and innovation nexus. International. **Journal of Educational Development**, [s. l.], v. 53, p. 128-136, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0738059316302498?via%3Dihub>. Acesso em: 7 out. 2022.

BALLAND, Pierre-Alexandre *et al.* The new paradigm of economic complexity. **Research Policy**, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 104450, 2022. Disponível em: <https://iri.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2022-01/The%20New%20Paradigm%20of%20Economic%20Complexity.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2023.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Reflecting on new developmentalism and classical developmentalism. **Revista de Economia Política**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 237-265, 2016.

CAMARGO, J.; GALA, P. The resource curse reloaded: revisiting the Dutch disease with economic complexity analysis. **Working Paper**, São Paulo School of Economics - Fundação Getúlio Vargas, n. 448, mar. 2017. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18037/TD%20448%20-%20Jhean_Paulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jul. 2021.

CARVALHO, D. E.; STEIN, A. Q; QUEIROZ, A. R; ROMERO, J. P. Complexidade econômica e crescimento do PIB per capita: uma análise de diferenças em diferenças para os municípios brasileiros, [s. l.], [s. d.]. **Anais do 50º Encontro Nacional de Economia**, Fortaleza, dez. 2022. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2022/submissao/files_I/i6-48bffc83704a76875ec30dfa24758ce2.pdf. Acesso em: 21 dez. 2022.

COMEXSTAT. [s. l.], versão 2.0, 2023. **Consultas de exportação e importação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 jun. 2023.

DATAVIVA. [s. l.], 2022. **Complexidade Econômica**. Disponível em: <http://dataviva.info/pt/rankings/>. Acesso em: 26 set. 2022.

DING, Xiaodan; HADZI-VASKOV, Metodij. Composition of Trade in Latin America and the Caribbean. **International Monetary Fund Working Paper**, WP/17/42, mar. 2017. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2017/03/09/Composition-of-Trade-in-Latin-America-and-the-Caribbean-44728>. Acesso em: 29 jul. 2022.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. **Econometrica**, [s. l.], v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1913236>. Acesso em: 2 maio. 2020.

ERKAN, B.; YILDIRIMCI, E. Economic complexity and export competitiveness: the case of Turkey. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 195, n. 3, p. 524-533, jul. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815037416>. Acesso em: 26 set. 2022.

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**, [s. l.], 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**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 219-236, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-31572018v38n02a01>. Acesso em: 12 maio. 2022.

HARTMANN, D.; GUEVARA, M. R.; JARA-FIGUEROA, C.; ARISTARÁN, M.; HIDALGO, C. A. Linking economic complexity, institutions, and income inequality. **World Development**, [s. l.], v. 93, p. 75-93, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.020> Acesso em: 14 abr. 2020.

HAUSMANN, R.; BAILEY, K. The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage. **CID Working Paper Series**, Harvard University, n. 146, abr. 2007. Disponível em: <https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/42482358/146.pdf?sequence=1> . Acesso em: 9 out. 2022.

HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. What you export matters. **Journal of Economic Growth**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 1 -25, 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10887-006-9009-4>. Acesso em: 14 abr. 2020.

HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, César. Country diversification, product ubiquity, and economic divergence. **HKS Faculty Research Working Paper Series RWP10-045**, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2010. Disponível em: <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:4554740>. Acesso em: 15 set. 2022.

HIDALGO, C. A. Economic complexity theory and applications. **Nature Reviews Physics**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 92-113, 2021. Disponível em: <https://oec.world/pdf/economic-complexity-theory-and-applications.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

- 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>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- HIDALGO, C. A.; KLINGER, B.; BARABÁSI, A.L.; HAUSMANN, R. The Product Space Conditions the Development of Nations. **Science**, [s. l.], v. 317, p. 482–487, 2007. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0708/0708.2090.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- IM, K. S.; PESARAN M. H.; SHIN, Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels. **Journal of Econometrics**, [s. l.], 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). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304407603000927?via%3Dihub>. Acesso em: 8 ago. 2020.
- LAB, Harvard Growth, [s. l.], atlas 9.1, 2022. **Atlas da Complexidade**. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/rankings>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- LALL, S. The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998. **QEH Working Paper Series**, [s. l.], n. 44, 2000. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/paper/qehqehwps/qehwps44.htm>. Acesso em: 17 abr. 2020.
- LAPATINAS, A. The effect of the Internet on economic sophistication: An empirical analysis. **Economics Letters**, [s. l.], v. 174, p. 35-38, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.013>. Acesso em: 17 abr. 2022.
- LAPATINAS, A.; LITINA, A. Intelligence and economic sophistication, **Empirical Economics**, Springer, v. 57, n. 5, p. 1731-1750, nov. 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00181-018-1511-y>. Acesso em: 17 abr. 2022.
- 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. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532018000100015. Acesso em: 13 maio. 2022.
- LAVERDE-ROJAS, H; CORREA, J. Can scientific productivity impact the economic complexity of countries? **Scientometrics**, [s. l.], v. 120, n. 1, p. 267-282, 2019. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/spr/scient/v120y2019i1d10.1007_s11192-019-03118-8.html. Acesso em: 13 maio. 2022.
- LÉLIS, M.T.; STEFFEN, N. F.; FRANKE, L.; CUNHA, A. M. O Comércio Intraindustrial e a Complexidade Econômica. **Anais do 45º Encontro Nacional de Economia**, [s. l.], dez. 2019. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2019/submissao/files_I/i7-6e5d0e86c4108aad973422cbc6fcb7f.pdf. Acesso em: 13 maio. 2022.
- LEVIN A.; LIN C.; CHU C. J. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. **Journal of Econometrics**, [s. l.], v. 108, n. 1, p. 1-24, 2002. Disponível em: https://homepage.ntu.edu.tw/~ntuperc/docs/publication/2002_25_Lin.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.
- LYUBIMOV, I. L.; OSPANNOVA, A. G. How to make an economy more complex? The determinants of complexity in historical perspective. **Voprosy Ekonomiki**, [s. l.], v. 2, 2019. DOI: [10.32609/0042-8736-2019-2-36-53](https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-2-36-53). Acesso em: 13 maio. 2022.

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY, **Rankings**, 2022. Disponível em: <https://oec.world/en/rankings/eci/hs6/hs96>. Acesso em: 11 nov. 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**, [s. l.], v. 75, n. 300, 2022. Disponível em: https://rosa.uniroma1.it/rosa04/psl_quarterly_review/article/view/17505. Acesso em: 15 maio. 2022.

PEDRONI, P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, [s. l.], v. 61, n. 1, p. 653-670, 1999. Disponível em: <https://web.williams.edu/Economics/wp/pedroncriticalvalues.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

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. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/wil/wileco/2000-03.html>. Acesso em: 17 mar. 2020.

PESARAN, M. H. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. **Journal Applied Econometrics**, [s. l.], v. 22, p. 265-312, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jae.951>. Acesso em: 17 mar. 2020.

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. Disponível em: <https://pure.york.ac.uk/portal/en/publications/an-autoregressive-distributed-lag-modelling-approach-to-cointegra>. Acesso em: 19 mar. 2020.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. P. Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. **Journal of the American Statistical Association**, [s. l.], v. 94, n. 446, p. 621-634, 1999. DOI:[10.2307/2670182](https://doi.org/10.2307/2670182). Acesso em: 19 mar. 2020.

ROMERO, J. P.; FREITAS, E; SILVEIRA, F; BRITTO, G; CIMINI, F; JAYME, F. G. Economic complexity and regional economic development: evidence from Brazil. **Anais do 50º Encontro Nacional de Economia**, [s. l.], dez. 2022. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2022/submissao/files_I/i6-8e99fe035d8a28bf0ddb7209a2436f25.pdf. Acesso em: 9 jan. 2023.

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**, v. 17, p. 33-62, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rbi.v17i1.8650857>. Acesso em: 22 jun. 2022.

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. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3353337-A-economia-do-saneamento-basico-1.html>. Acesso em: 13 nov. 2022.

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

Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1393809>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ZHU, S., FU, X., LAI, M, XUAN, J. What drives the export sophistication of countries. **Journal of World Economic**, [s. l.], 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**, [s. l.], v. 49, n. 38, p. 3815-3828, 2017. Disponível em <https://ideas.repec.org/a/taf/applec/v49y2017i38p3815-3828.html>. Acesso em: 2 abr. 2022.

APÊNDICE B

Quadro B.1 – Produtos analisados para a construção da variável Concentração da Pauta Exportadora em Recursos Naturais (*Part_Rec*) (SITC rev.3) (Lall (2000))

Produtos primários
<p>Animais vivos que não sejam animais da divisão 03; Seda; Carnes de bovinos, frescas, refrigeradas ou congeladas; Algodão; Outras carnes e miudezas comestíveis; Lã e outros pelos de animais (incluindo tops de lã); Leite, nata e produtos lácteos (exceto manteiga, queijo); Adubos brutos (exceto os da divisão 56); Ovos de aves e gemas de ovos; albumina de ovo; Pedra, areia e cascalho; Peixes frescos (vivos ou mortos), refrigerados ou congelados; Enxofre e piritas de ferro não torradas; Crustáceos, moluscos e invertebrados aquáticos; Abrasivos naturais, n.e.s. (incluindo diamantes industriais); Trigo (incluindo espelta) e meslin, não moído; Outros minerais brutos; Arroz; Matérias animais brutas, n.e.s.; Cevada, não moída; Matérias vegetais brutas, n.e.s.; Milho (não incluindo milho doce), não moído; Carvões, mesmo pulverizados, não aglomerados; Cereais não moídos (exceto trigo, arroz, cevada, milho) Óleos de petróleo, óleos de betume. materiais brutos; Vegetais; Propano e butano liquefeitos; Frutos e nozes (exceto nozes), frescos ou secos; Gás natural, mesmo liquefeito; Café e sucedâneos do café Gases de petróleo, outros hidrocarbonetos gasosos, n.e.s.; Cacau; Gás de carvão, gás de água e gases similares (exceto hidrocar.); Chá e mate; Prata, platina e outros metais do grupo da platina; Especiarias; Cobre; Alimentos para animais (sem cereais não moídos); Níquel; Margarina e encurtamento; Alumínio; Tabaco, não manufaturado; refugo de tabaco; Conduzir; Couros e peles (exceto peles com pelo), em bruto; Zinco; Peles com pelo em bruto, exceto couros e peles do grupo 211; Lata; Sementes e frutos oleaginosos (exceto farinha); Sementes oleaginosas e frutos oleaginosos (incluindo farinha, n.e.s.); Borracha natural e gomas semelhantes, em formas primárias; Cortiça, natural, em bruto e resíduos (incluindo blocos, folhas); Lenha para combustível (excluindo resíduos de madeira) e carvão vegetal; Madeira em lascas ou partículas e resíduos de madeira.</p>
Manufaturas baseadas em Recursos Naturais (agro based and other)
<p>Carne, miudezas comestíveis, salgadas, secas, farinhas, pós; Minério de ferro e concentrados; Carnes, miudezas comestíveis, preparadas, conservadas, n.e.; Resíduos ferrosos, raspagem; refusão de lingotes, ferro, aço; Manteiga e outras gorduras e óleos derivados do leite; Minérios e concentrados de cobre; foscas de cobre, cimento; Queijo e requeijão; Minérios e concentrados de níquel; foscas de níquel, etc.; Peixes secos, salgados ou em salmoura; peixe defumado; Minérios e concentrados de alumínio (incluindo alumina); Peixe, água. invertebrados, preparados, conservados, n.e.; Minérios e concentrados de urânio ou tório; Farinha e farinha de trigo e farinha de centeio; Minérios e concentrados de metais básicos, n.e.s.; Outras farinhas e farinhas de cereais; Resíduos e sucatas de metais não ferrosos, n.e.; Preparações de cereais, farinhas de frutas ou legumes; Minérios e concentrados de metais preciosos; resíduos, sucata; Legumes, raízes, tubérculos, preparados, conservados, n.e.; Briquetes, linhitas e turfa; Frutas, conservas e preparações de frutas (sem suco); Coque e semi-coques de carvão, lign., turfa; retorta carbono; Sumos de frutas e vegetais, não fermentados, sem álcool; Óleos de petróleo ou minerais betuminosos > 70 % de óleo; Açúcar, melaço e mel Derivados residuais de petróleo, n.e., matérias afins; Açúcar de confeitaria; Óleos e gorduras animais; Chocolate, preparações alimentícias com cacau, n.e.; Hidrocarbonetos, n.e.s., & halogenados, nitr. Derivado; Produtos e preparações comestíveis, n.e.; Compostos de função de nitrogênio; Bebidas não alcoólicas, n.e.; Organo-inorgânico, heterocíclico. compostos, nucl. Ácidos; Bebidas alcoólicas; Outros produtos químicos orgânicos; Tabaco, manufaturado; Elementos químicos inorgânicos, óxidos e sais de halogênio; Borracha sintética; Sais metálicos e peroxisais de ácidos inorgânicos; Madeira em bruto ou grosseiramente esquadra; Outros produtos químicos inorgânicos; Madeira simplesmente trabalhada e travessas de madeira; Sintetizador. matéria orgânica corante e lagos corantes; Celulose e papel usado; Extratos de tingimento e bronzeamento, sintéticos. materiais de bronzeamento; Juta, outras fibras têxteis liberianas, n.e., não fiadas; rebocar; Óleos essenciais, perfumes e materiais de sabor; Fibras têxteis vegetais, não fiadas; desperdício deles; Amido, glúten de trigo; substâncias albuminóides; colas; Vestuário e outros artigos têxteis usados Cal, cimento, tecido. constr. esteira. (excluindo vidro, argila); Gorduras e óleos vegetais fixos, brutos, refinados, fracionados; Construção em barro, refracto. materiais de construção; Gorduras e óleos vegetais fixos, brutos, refinados, fract. Manufaturas minerais, n.e.; Animal ou vegetal. óleos e gorduras processados, n.e.s.; mistura; Vidro; Materiais de borracha (pastas, chapas, folhas, etc.); Pérolas, pedras preciosas e semipreciosas; Pneus de borracha, bandas de rodagem ou flaps e câmaras de ar; Metais básicos não ferrosos diversos para metalurgia; Artigos de borracha, n.e.; Fabricações de cortiça; Folheados, compensados e outras madeiras trabalhadas, n.e.; Fabricação de madeira, n.e.s.; Papel e papelão.</p>

Fonte: Elaboração própria a partir da classificação Lall (2000) e da NACE (Rev. 2, 2-digit level)

ENSAIO 3 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMPLEXIDADE ECONÔMICA NOS MUNICÍPIOS DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS: A PROXIMIDADE IMPORTA?

Resumo

Este ensaio investiga a hipótese de beneficiamento espacial da complexidade das atividades e produtos nos municípios de São Paulo e Minas Gerais. Supõe-se que a proximidade com regiões mais complexas desencadeia uma relação de transbordamento positivo, resultante da aquisição e acumulação das *capabilities non-tradeable* (desenvolvidas localmente), especialmente, nas regiões com maior diversidade produtiva (metropolitanas e mais dinâmicas). A metodologia envolve a mensuração do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para os municípios de São Paulo e Minas Gerais; do I de Moran e do *Local Indicator of Spatial Association* (LISA); e de regressões espaciais baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG). Os resultados indicam a existência de um padrão de associação espacial positivo. O processo de disseminação e aglomeração da complexidade depende do tipo de atividade e produto predominante na estrutura produtiva, de maneira que os *clusters* dos municípios paulistas são mais concentrados e possuem ligações mais robustas, enquanto os *clusters* dos municípios mineiros são mais dispersos. Ainda, as estimações dos modelos espaciais salientam que a sofisticação das atividades é influenciada pelas relações de vizinhança, sobretudo, a partir de localidades consideradas como “epicentros de sofisticação”, sinalizando um cenário de causalidade circular entre os agentes, tanto em um sentido de prosperidade, quanto na incidência da *quiescence trap*.

Palavras-chave: Complexidade Econômica; Dependência Espacial; Determinantes; Econometria Espacial.

Abstract

This essay analyzes the hypothesis of spatial improvement of the activities and products complexity in the São Paulo and Minas Gerais municipalities. It is assumed that proximity to more complex regions triggers a positive spillovers, resulting from the acquisition and accumulation of non-tradeable capabilities (locally developed), especially in regions with greater productive diversity (metropolitan and more dynamics regions), so that closer regions can be the main beneficiaries of the spatial diffusion process. The methodology involves measuring the Economic Complexity Indicator (ECI) for São Paulo and Minas Gerais municipalities; the Moran's I and the Local Indicator of Spatial Association (LISA); and spatial regressions based on Global Scope Spatial Dependency Models (MEAG). The results suggest the existence of a positive spatial association pattern, as well as indicating that the process of dissemination and agglomeration of complexity depends on the predominant type of activity and product in the productive structure, so the São Paulo municipalities clusters are more concentrated and with more robust connections, while Minas Gerais clusters are more dispersed. Finally, the spatial models estimations point out that sophistication are significantly influenced by neighborhood relations, especially from locations considered as “sophistication epicenters”, signaling a scenario of circular causality (SAR model) between agents for both a broad sense of prosperity and the quiescence trap incidence.

Keywords: Economic Complexity; Spatial Dependence; Determinants; Spatial Econometrics.

3.1 Introdução

Existe uma forte relação, de caráter espacial, observada na possibilidade de uma região poder se beneficiar de um aumento na sofisticação da atividade econômica de seus vizinhos geograficamente próximos (MORENO; TREHAN, 1997). A literatura pautada no componente espacial afirma que a distância é uma importante variável explicativa em modelos empíricos de comércio e transbordamentos (*spillovers*), e há forte evidência de que a taxa de crescimento de determinadas regiões seja positivamente influenciada pelas taxas de crescimento e dinamismo de regiões geograficamente próximas (ANSELIN, 1988; LESAGE, 1998; GOLGHER, 2015).

Uma das premissas essenciais levantadas por Hidalgo e Hausmann (2009) sobre a sofisticação produtiva remete à existência de características relativas ao desempenho econômico que não podem ser importadas (infraestrutura, regulação, habilidades especiais da força de trabalho, etc.), mas que precisam ser desenvolvidas internamente. Portanto, o desempenho de uma economia está diretamente ligado à eficiência em diversificar suas capacidades locais não comercializáveis (*capabilities non-tradeable*). Considerando a possibilidade de que transformações ocorridas em certa localidade podem afetar outras pelos efeitos de transbordamentos (*spillovers*) decorrentes, o presente trabalho estende essa relação espacial à complexidade econômica das regiões, a partir da seguinte problemática: a sofisticação do tecido produtivo (atividades e bens) observado em uma área possui relação (unilateral ou bilateral) com a complexidade nas áreas vizinhas?

A hipótese da pesquisa se baseia no argumento de que, como os agentes seriam limitados pela distância e pelo tempo, as externalidades no processo de produção teriam uma dimensão espacial. Neste sentido, não existiria, *a priori*, uma razão para restringir *spillovers* apenas à localidade na qual o processo de sofisticação ou retração econômica esteja ocorrendo.

Com esse contexto em vista, este trabalho analisa geograficamente os municípios de dois estados brasileiros – São Paulo e Minas Gerais –, cujas dinâmicas econômicas são relevantes para o desempenho nacional, mas dispõem de estruturas produtivas distintas. O estado de São Paulo possui uma configuração produtiva mais sofisticada e com maior intensidade tecnológica. Por outro lado, o estado de Minas Gerais é caracterizado por uma estrutura produtiva baseada em recursos naturais e baixa-média intensidade tecnológica (COMEXSTAT, 2023; DATAVIVA, 2022; OEC, 2020). A contraposição estrutural entre as duas regiões justifica a abordagem empírica, visto que se pretende investigar se duas estruturas produtivas distintas são capazes de possuir efeitos de transbordamento da sofisticação similares.

Ademais, o ensaio pretende relacionar a dinâmica da complexidade econômica, vista pela perspectiva regional, pressupondo que a proximidade com regiões mais complexas dispõe uma relação de transbordamentos positivos das *skills* e *capabilities* já desenvolvidas localmente nas regiões (com maior diversidade produtiva), de forma que localidades mais próximas podem ser as principais beneficiadas nesse processo de difusão espacial das habilidades e condições estruturais. A partir da grande heterogeneidade entre as regiões, uma forma eficiente de impulsionar o processo de sofisticação do tecido produtivo regional passaria pela identificação dos *clusters* de complexidade e das relações de proximidade com as regiões vizinhas.

O estudo se justifica pela necessidade de compreender os efeitos dessas relações e os transbordamentos possíveis entre elas, dado que as habilidades locais desenvolvidas tendem a possuir efeitos mais significativos em regiões próximas (economia de aglomeração) do que em regiões distantes. Logo, os resultados podem proporcionar um direcionamento eficiente de estímulos sobre habilidades locais específicas e potenciais, assim como apontar em quais regiões cada uma dessas diversas habilidades locais deve ser estimulada. Em outras palavras, existe a possibilidade de obter um retrato acurado das reais potencialidades regionais de modo que, a partir da constatação empírica de significância estatística entre os benefícios da proximidade com uma região complexa, seja possível estimular efeitos de *spillovers*.

Para esse propósito, esta pesquisa adota uma abordagem empírica amparada por três contribuições: o cálculo do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para todos os municípios dos estados analisados, possibilitando, assim, a visualização espacial da complexidade nos territórios; a instrumentalização do *Local Indicator of Spatial Association* (LISA) para compreensão da formação espacial de *clusters* de complexidade no espaço; e a estimação de regressões espaciais baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG), cuja a finalidade é testar a viabilidade de disseminação espacial de uma região mais complexa para outras.

O ensaio está organizado em cinco seções, além dessa introdução. A segunda seção sistematiza algumas evidências teóricas e empíricas acerca da relação espacial, da diversificação e da complexidade econômica, balizando, portanto, a viabilidade da elaboração do instrumental econométrico-espacial. Na terceira seção apresenta-se as etapas de construção do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) e, em seguida, é feita a descrição da distribuição espacial da complexidade econômica para os dois estados em análise. A quarta seção aborda as estratégias metodológicas empregadas. Finalmente, a quinta seção discute os resultados obtidos.

3.2 Relações teórico-empíricas: espaço, estrutura e complexidade

As interações entre regiões podem ser compreendidas como elementos fundamentais para a dinâmica e desenvolvimento de uma localidade, isto, pois, a constituição de fortes *linkages* (habilidades, *capabilities*, tecnologias, conhecimento, mão de obra, recursos, etc.), determinados pelo espaço possuem a capacidade de gerar transbordamentos positivos dessas habilidades já desenvolvidas localmente. Dessa forma, regiões mais próximas podem ser as principais beneficiadas, enquanto regiões mais distantes encontram maiores dificuldades nesse processo de difusão espacial das habilidades e condições estruturais (ANSELIN, 1988; MORENO; TREHAN, 1997).

Quando se direciona essa discussão para o trato da sofisticação produtiva, o caráter de influência espacial (a nível subnacional) indica a existência de uma forte intensificação, sobretudo, quando se imagina localidades similares à do Brasil, marcado pela forte heterogeneidade de suas regiões. Assim, a sugestão inicial acerca da discussão dos efeitos espaciais, centrados nas heterogeneidades brasileiras, torna-se especialmente contundente ao assumir como relevante a abordagem da complexidade econômica desenvolvida por Hidalgo e Hausmann (2009), cujas premissas buscam explicar as diferenças de prosperidade entre regiões.

Por conseguinte, o aspecto espacial é relevante para compreender o processo de acúmulo de *capabilities*, isto porque existe uma forte tendência de indústrias e atividades mais complexas apresentarem um grau de concentração espacial muito maior do que atividades menos complexas (BALLAND *et al.*, 2020). Tal concentração é especialmente evidenciada em regiões metropolitanas e/ou cidades “superestrelas”⁸. Além disso, essa tendência concentradora adiciona explicação para as notáveis desigualdades espaciais. Em linha com essa argumentação, é razoável considerar que o desempenho dessas regiões mais complexas — com maior diversidade produtiva — está fortemente associada às características necessárias para o desenvolvimento das atividades mais sofisticadas, uma vez que demandam a construção de redes maiores de trabalhadores e conhecimentos distintos, bem como das singularidades das próprias localidades (GRILLITSCH; ASHEIM, 2018).

Logo, cidades e regiões mais dinâmicas propiciam essa concentração da complexidade, considerando que atividades mais complexas demandam o desenvolvimento mais aprofundado e efetivo do conhecimento voltado para a estrutura produtiva. Assim, essas regiões mais

⁸ Nesse trabalho, a partir dos resultados das estimações espaciais, elas serão denominadas como epicentros de sofisticação.

dinâmicas são os locais mais atrativos para as diversas instituições (públicas e privadas) voltadas para o acúmulo de conhecimento complexo – como universidades de pesquisa, laboratórios privados e empresas inovadoras – gerando um ambiente apropriado para formar habilidades exclusivas e não ubíquas (BALLAND, 2020). A partir da percepção da concentração de atividades complexas, a questão que surge na proposta do ensaio encontra-se no fator de transbordamento da sofisticação para as regiões mais próximas.

Algumas evidências empíricas embasam a hipótese proposta nesse estudo acerca da relação existente entre as características produtivas de uma região e a dependência espacial proveniente de suas interações. Cortinovis e Oort (2015), por exemplo, investigaram os efeitos de diferentes tipos de economias dinâmicas de aglomeração em relação ao crescimento econômico regional da Europa, com ênfase nos conceitos de variedade relacionada, variedade não relacionada e especialização. O objetivo proposto pelos autores foca em saber se as evidências empíricas, obtidas anteriormente em nível de país, são válidas em escala europeia, e se a dotação de recursos tecnológicos e de conhecimento influencia o funcionamento das economias de aglomeração.

Deste modo, os autores supracitados aplicam uma medida de participação do emprego nas atividades econômicas, desenvolvida por Frenken (2007), e de especialização regional proposta por Cutrini (2010), para 260 regiões em um período de nove anos, e utilizam variáveis relativas ao emprego, recursos humanos (participação do emprego na ciência e tecnologia) e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), além da formação de capital, participação da indústria e do setor de serviços, para estimar um Painel Espacial de Efeitos Fixos. Os resultados obtidos indicam que a diversidade, especialmente variedade relacionada, pode ter um efeito positivo no crescimento, principalmente quando a dotação tecnológica e de conhecimento da região é alta. Nessa acepção, as economias de aglomeração têm efeitos diferenciais entre as regiões com diferentes regimes tecnológicos, de modo que os efeitos das externalidades associadas aos fluxos de conhecimento ocorrem em economias que possuem alta absorção e formam estoque de conhecimento e tecnologia.

Freitas e Paiva (2015), preocupados com a forte desigualdade regional brasileira, propuseram uma abordagem alternativa no debate sobre as diferenças em padrões de crescimento ao aderirem ao *product space* de Hidalgo e Hausmann (2009). Dessa forma, os autores partem de dados de exportação para estabelecer associações que permitem identificar os novos produtos que podem alavancar o desenvolvimento econômico de cada localidade, considerando o que já é exportado. A metodologia *product space* foi aplicada a dados de comércio exterior dos municípios brasileiros a fim de analisar a evolução das exportações

brasileiras e sua sofisticação no período entre 2002-2014. Foram testadas evidências de autocorrelação/dependência espacial no nível de sofisticação dos municípios. A partir da análise exploratória de dados espaciais das exportações (criação do *product space*), diversidade e da sofisticação (variável dependente) em todos os municípios brasileiros, foram estimados modelos SAR e SARMA. Os resultados confirmaram a tendência de concentração espacial de diversidade nas regiões Sul e Sudeste, com os maiores pólos de complexidade econômica situados no estado de São Paulo e no seu entorno.

Em linha similar, Verheij e Oliveira (2020) adotaram os argumentos da complexidade econômica de Hausmann e Hidalgo (2009) com ênfase na importância da estrutura produtiva para o desenvolvimento econômico. Destacam que, embora existam numerosos estudos significativos com foco ao crescimento a nível nacional, poucos se dispõem a explicar as diferenças inter-regionais e o desenvolvimento subnacional. Assim, o Brasil marcado por sua ampla desigualdade social e econômica regional é um importante foco de investigação. Para tanto, os autores aderem à econometria espacial para avaliar se a complexidade econômica é espacialmente dependente entre os municípios brasileiros em 2010 e avalia que implicações isso pode ter para as políticas industriais regionais. Aplicando *dummies* regionais (para as cinco grandes regiões) e um conjunto de variáveis de controle (densidade populacional, capital humano, abertura comercial, participação da agricultura e da indústria na renda, Índice de Gini) em modelos SAR e SEM, os autores encontraram evidências significativas e robustas de dependência espacial usando uma série de modelos e matrizes de peso em nível municipal.

Giovanini *et al.* (2022) avaliaram os efeitos de transbordamentos da diversidade produtiva para os municípios brasileiros. A partir de dados de Diversidade Efetiva (DATAVIVA) para 5.570 municípios, os autores utilizaram o índice I de Moran e os *Indicadores Locais de Associação Espacial* (LISA) para testar os efeitos da diversificação sobre o crescimento econômico. Os resultados encontrados sustentam a hipótese dos autores, indicando que a diversificação produtiva gera efeitos diretos e efeitos *spillovers* entre os municípios, não obstante as estimações espaciais da Diversidade Efetiva revelaram que ter maior diversidade produtiva resulta em maiores taxas de crescimento econômico no próprio município, ao mesmo tempo em que as localidades vizinhas apresentam menores taxas de crescimento. Logo, os autores interpretam que a tendência de concentração regional da produção nos municípios mais diversificados conduz a um desequilíbrio com os menos diversificados.

Diante das evidências apresentadas e considerando que há espaço de contribuição na literatura, este ensaio pretende, a partir de uma base de dados mais recente, atualizar os

resultados já apresentados. Também é possível acrescentar a discussão referente à questão da proximidade regional, de modo a compreender os efeitos dessas relações e os transbordamentos possíveis entre elas, dado que as habilidades locais desenvolvidas tendem a possuir efeitos mais significativos em regiões próximas (economia de aglomeração) do que em regiões distantes.

3.3 Elaboração do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) e a distribuição espacial nos estados de São Paulo e Minas Gerais

O embasamento instrumental para a construção do indicador capaz de expressar relações produtivas entre regiões parte da ferramenta matemática conhecida como *Método das Reflexões*⁹, do qual é possível derivar, a partir de dados do comércio internacional (Indicador de Vantagens Comparativas Reveladas) ou do emprego (Quociente Locacional), o chamado Índice de Complexidade Econômica (ECI). De acordo com *Observatory of Economic Complexity* (2020), a estimação da complexidade econômica envolve mensurar tanto a complexidade dos locais (países, cidades, regiões) e a das atividades presentes neles (produtos, indústrias, tecnologias). Portanto, a intuição da metodologia é a de que as atividades presentes, produzidas ou exportadas de um local, carreguem informações sobre a complexidade daquele local, enquanto os locais onde uma atividade está presente carreguem informações sobre a complexidade necessária para realizar uma atividade.

Para tanto, foram construídas matrizes de adjacência M_{cp} , representando as atividades (p) presentes em uma localização (c), para São Paulo ($M_{645 \times 656}$) e Minas Gerais ($M_{853 \times 656}$). Cada entrada nas matrizes de adjacência M_{cp} foram realizadas a partir da utilização do Quociente locacional (QL)¹⁰, conforme as equações 3.1 e 3.2:

$$QL_{SP645,656} = \frac{\frac{e_{c,a}}{\sum_{a=1}^{656} e_{c,a}}}{\frac{\sum_{c=1}^{645} e_{c,a}}{\sum_{c=1}^{645} \sum_{a=1}^{656} p_{c,a}}} \quad (3.1)$$

⁹ O Método das Reflexões mensura iterativamente (*k-ésimas* interações) o valor médio dos vizinhos de um nó, i.e, faz a interação simultânea dos dados do comércio internacional (exportações e importações) ou do emprego (número de trabalhadores por atividade) das localidades relacionadas em uma matriz de adjacência, de modo que o método produz um conjunto simétrico de variáveis para os dois tipos de nós na rede (regiões e produtos/atividades).

¹⁰ O Quociente Locacional (com dados de emprego) foi escolhido pela disponibilidade de dados para todos os municípios selecionados no estudo, em ambos os estados. Assim, a construção do indicador ganha robustez e proporciona maior qualidade para os propósitos do trabalho, tendo em vista que o indicador de Vantagens Comparativas Reveladas (VCR), com dados das exportações, acarretaria perdas significativas na amostra (parcela relevante dos municípios não possuem atividades exportadoras).

$$QL_{MG853,656} = \frac{\frac{e_{c,a}}{\sum_{a=1}^{656} e_{c,a}}}{\frac{\sum_{c=1}^{853} e_{c,a}}{\sum_{c=1}^{853} \sum_{a=1}^{656} e_{c,a}}} \quad (3.2)$$

onde $e_{c,a}$ é o número de empregados no município (c) na atividade (a); $\sum_{a=1}^n e_{c,a}$ representa o número de empregados no município (c) em todas as 656 atividades; $\sum_{c=1}^n e_{c,a}$ equivale ao número de empregados na atividade (a) em todos os municípios (853 ou 645); $\sum_{c=1}^n \sum_{a=1}^n e_{c,a}$ simboliza o número total de empregados em todos os municípios (c) e em todas as atividades (a).

A partir do cálculo do $QL_{c,a}$ para cada um dos municípios, define-se a matriz de adjacência para cada estado – São Paulo ($M_{645 \times 274}$) e Minas Gerais ($M_{853 \times 274}$) – realizando cada entrada na matriz da seguinte forma: 1 se $QL_{c,a} \geq 1$; 0 se $QL_{c,a} < 1$. Neste contexto, uma entrada $M_{c,a} = 1$ revela que o emprego de um município (c) em uma atividade (a) é maior do que o esperado para um local do mesmo tamanho e uma atividade com a mesma produção total. Assim, é possível alcançar as duas medidas de interesse: Diversidade (equação 3.3) e Ubiquidade (equação 3.4), de modo que $K_{c,o}$, sem gerar interações ainda, representa a diversidade da localização e $K_{p,o}$, também sem interações, remete a ubiquidade do produto.

$$K_{c,o} = \frac{1}{M_c} \sum_p M_{cp} K_p \quad (3.3)$$

$$K_{p,o} = \frac{1}{M_p} \sum_p M_{cp} K_c \quad (3.4)$$

Em continuidade ao método, são adotadas interações (K_{p-1} e K_{c-1}) na matriz M_{cp} , repetindo o procedimento até refinar os indicadores, conforme as equações 3.5 e 3.6:

$$K_{c,N} = \frac{1}{M_c} \sum_p M_{cp} K_{p-1} \quad (3.5)$$

$$K_{p,N} = \frac{1}{M_p} \sum_p M_{cp} K_{c-1} \quad (3.6)$$

Conforme denota Hidalgo e Hausmann (2009), os produtos complexos são resultado da combinação de capacidades diversas e exclusivas. A diversidade é mensurada pelo número de produtos exportados por um país (quanto mais produtos, maior a diversidade de capacidades disponíveis). A exclusividade é medida pelo número de países que exportam o mesmo produto

(quanto menor o número de países, mais exclusivas são as capacidades disponíveis). A complexidade do produto (PCI) é obtida por meio da interação entre as medidas de diversidade e exclusividade.

Já a complexidade de uma localidade (ECI) é mensurada a partir da participação de produtos complexos na cesta de exportação. Por fim, com intuito de melhor visualizar e comparar os resultados dos indicadores gera-se uma transformação Z-score, de acordo com as equações 3.7 e 3.8:

$$PCI = \frac{K_p - \tilde{k}_p}{\sigma(K_p)} \quad (3.7)$$

$$ECI = \frac{K_c - \tilde{k}_c}{\sigma(K_c)} \quad (3.8)$$

em que PCI é o Índice de Complexidade do Produto; ECI é o Índice de Complexidade Econômica; \tilde{k}_p e \tilde{k}_c são médias, ao passo que $\sigma(K_c)$ e $\sigma(K_p)$ representam o desvio-padrão.

Como forma alternativa proposta, denota-se o cálculo dos indicadores em sua versão subnacional. Conforme desenvolvido por Hidalgo e Hausmann (2009) e apresentado pelo *Observatory Of Economic Complexity* (OEC), 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 (equação 3.9):

$$ECI_{c,N} = \frac{1}{M_c} \sum_p M_{cp} PCI_{p-1} \quad (3.9)$$

A Tabela 3.1 apresenta os resultados dos indicadores de complexidade econômica para os 20 municípios mais (menos) complexos do estado de São Paulo em 2019. É notável a concentração regional da complexidade em municípios localizados, sobretudo, na Mesorregião Metropolitana de São Paulo (nove municípios), seguidos pela Mesorregião de Campinas (quatro municípios), Mesorregião Metropolitana Paulista (dois municípios) e Bauru, São José dos Campos e Ribeirão Preto.

A Figura 3.1 ilustra o mapa de distribuição da complexidade econômica dos municípios do estado de São Paulo, evidenciando a forte concentração da complexidade nesse estado. Nesse sentido, é razoável considerar a existência de relações regionais suficientemente capazes

de gerar aglomerações produtivas e de atividades vinculadas a um nível de sofisticação mais elevado. Para tanto, é possível corroborar com essa hipótese de concentração regional da sofisticação produtiva os dados relativos aos indicadores de complexidade do produto/atividade (PCI) (Apêndice C) e os dados que remetem às exportações via COMEXSTAT (2023) e COMEXVIS (2023), cuja visualização e busca pelos bens mais exportados dos municípios (com indicadores mais elevados) revelam a tendência de uma estrutura produtiva exportadora com grande presença de bens de média e média-alta tecnologia.

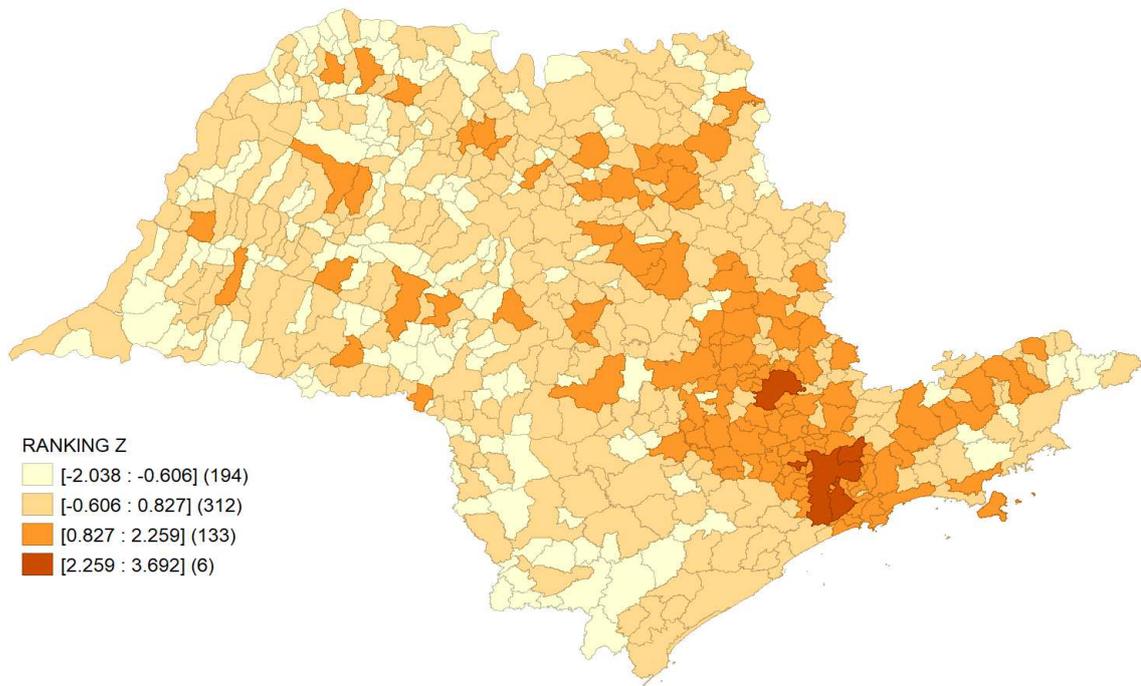
Tabela 3.1 – *Ranking* da complexidade econômica (ECI) dos municípios do estado de São Paulo (2019)

Mais Complexos	ECI	Menos Complexos	ECI
São Paulo	3,69177	Avaí	-1,60860
Barueri	3,07328	Turiúba	-1,61094
São Bernardo Do Campo	2,52452	Queiroz	-1,61320
Campinas	2,50350	Barra Do Chapéu	-1,62974
São Caetano Do Sul	2,48953	Rubiácea	-1,64113
Guarulhos	2,48862	Bora	-1,66139
Diadema	2,25543	Flora Rica	-1,66732
Bauru	2,20112	Lucianópolis	-1,67266
Indaiatuba	2,17459	Mesópolis	-1,68206
Jundiaí	2,13629	Pracinha	-1,72256
Sorocaba	2,10991	Timburé	-1,72318
Santo André	2,09508	Turmalina	-1,72662
Americana	2,07635	Aspásia	-1,73462
Osasco	2,07391	Nova Castilho	-1,73859
Valinhos	2,02965	Altair	-1,75587
Cotia	2,00861	Balbinos	-1,79270
São Jose Dos Campos	1,99160	Cassia dos Coqueiros	-1,84182
Ribeirão Preto	1,97655	Nova Independência	-1,84991
Santos	1,96175	Platina	-1,88429
São José do Rio Preto	1,91772	Uru	-2,03809

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de ocupação da RAIS para 645 municípios de São Paulo e 656 atividades classificadas pela CNAE 2.0 (classe).

A segunda coluna da Tabela 3.1 informa os municípios menos complexos do estado de São Paulo. Os dados revelam que, ao se considerar os 20 municípios com menores indicadores de complexidade, apenas três (Queiroz, Barra do Chapéu e Borá) apresentaram desempenho exportador. Ademais, o perfil das exportações reflete uma baixa intensidade tecnológica, do mesmo modo que as atividades com maior presença da ocupação remetem às atividades com menores valores do Indicador de Complexidade do Produto (PCI).

Figura 3.1 – Distribuição do ECI dos municípios de São Paulo (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA com dados de ocupação da RAIS para 645 municípios de São Paulo e 656 atividades classificadas pela CNAE 2.0 (classe).

No que diz respeito ao estado de Minas Gerais, a Tabela 3.2 exhibe os resultados dos indicadores de complexidade econômica para os 20 municípios mais (menos) complexos do estado em 2019. Ainda que seja possível perceber indícios de concentração regional da complexidade, tal comportamento não é tão expressivo quanto o apresentado pelos municípios do estado de São Paulo. Diante desse prisma, no ano de 2019, entre os municípios mais complexos, nota-se a predominância nas Mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte (seis municípios) e Sul e Sudeste de Minas (cinco municípios). A Figura 3.2 apresenta o mapa de distribuição da complexidade econômica dos municípios do estado, ampliando a percepção regional da complexidade, visto que as mesorregiões do Triângulo Mineiro, Central Mineira e Zona da Mata também expressaram características regionais de complexidade significativas, enquanto a região do Noroeste de Minas é representada de forma mais pontual.

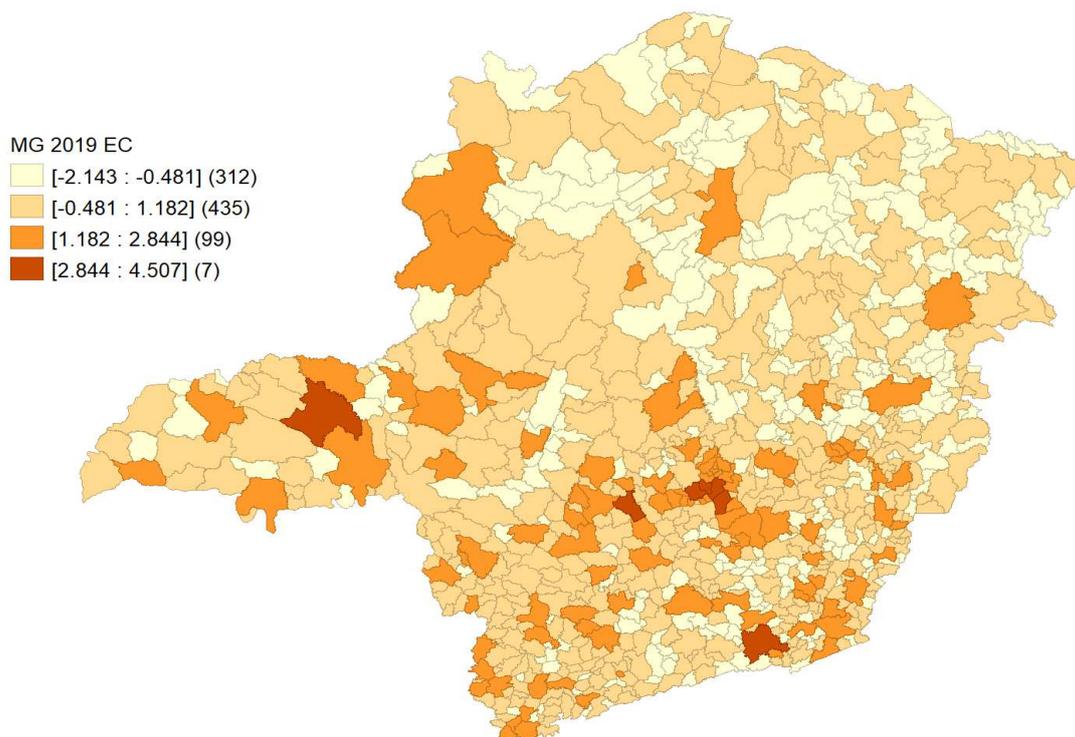
Tabela 3.2 – *Ranking* da complexidade econômica (ECI) dos municípios do estado de Minas Gerais (2019)

Mais Complexos	ECI	Menos Complexos	ECI
Belo Horizonte	4,50912	Córrego Novo	-1,5658
Juiz de Fora	3,49192	Serranópolis de Minas	-1,572
Contagem	3,39088	Santana do Garambéu	-1,5723
Betim	3,38081	Ibiracatu	-1,5884
Uberlândia	3,27117	Tapiraí	-1,5898
Nova Lima	3,09976	Serra Azul de Minas	-1,5934
Divinópolis	2,8663	Fruta de Leite	-1,6071
Ipatinga	2,81364	Presidente Kubitschek	-1,6318
Sete Lagoas	2,80787	Nova Belém	-1,6459
Varginha	2,79818	Santa Fé de Minas	-1,662
Pouso Alegre	2,77369	Bertópolis	-1,7093
Uberaba	2,76727	Campo Azul	-1,7294
Itajubá	2,6618	Santa Rosa da Serra	-1,7313
Poços de Caldas	2,6387	Pedro Teixeira	-1,7767
Governador Valadares	2,63017	Crisólita	-1,7996
Montes Claros	2,6041	São Joao do Pacuí	-1,864
Nova Serrana	2,57599	Antônio Prado De Minas	-1,8839
Extrema	2,56463	Nacip Raydan	-2,0161
Lagoa Santa	2,48223	Frei Lagonegro	-2,0236
Ubá	2,36737	Fronteira dos Vales	-2,143

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de ocupação da RAIS para 853 municípios de Minas Gerais e 656 atividades classificadas pela CNAE 2.0 (classe).

Por outro lado, as mesorregiões Norte de Minas e Jequitinhonha exibem um padrão espacial de baixa complexidade das atividades, indicando a dificuldade em prover encadeamentos regionais produtivos e de atividades vinculadas a um nível de sofisticação mais elevado. Ademais, tendo em vista o caráter preditivo da abordagem da complexidade econômica, que relaciona o dinamismo de longo prazo com a sofisticação produtiva, não surpreende que Norte, Vale do Jequitinhonha e Vale do Mucuri sejam as mesorregiões menos complexas em Minas Gerais, posto que consistem nas mesorregiões menos dinâmicas do estado. Por conseguinte, um questionamento de precedência é inevitável: essas regiões são menos complexas por que são “pobres” ou são “pobres” por que são menos complexas?

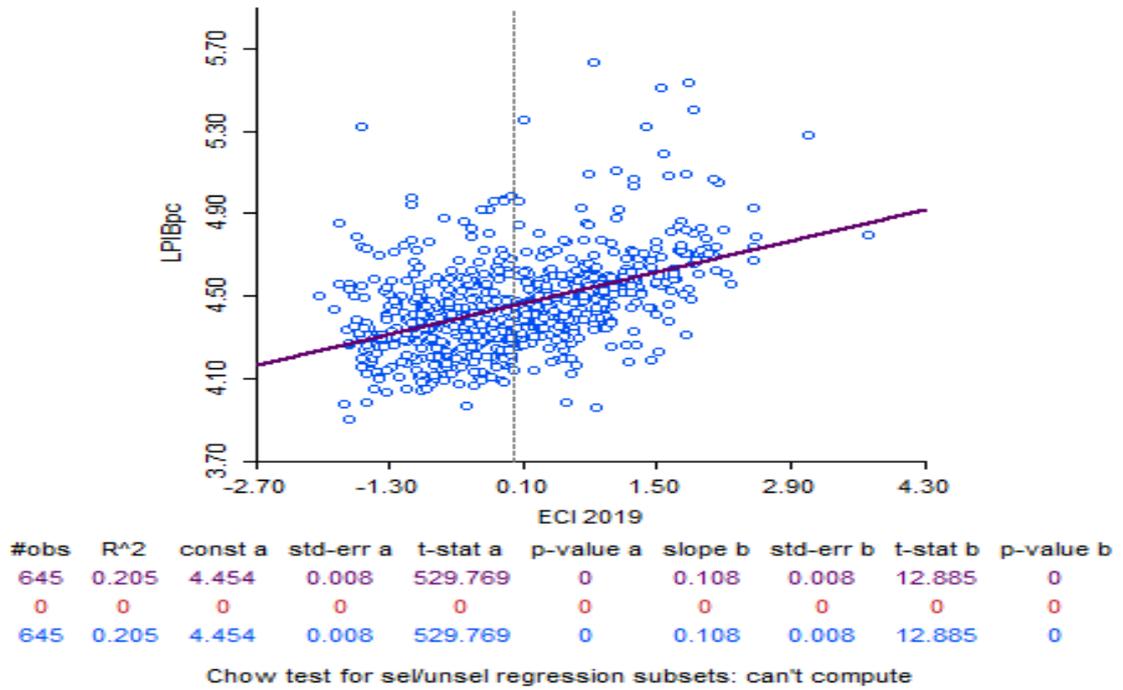
Figura 3.2 – Distribuição do ECI dos municípios de Minas Gerais (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA com dados de ocupação da RAIS para 853 municípios de Minas Gerais e 656 atividades classificadas pela CNAE 2.0 (classe).

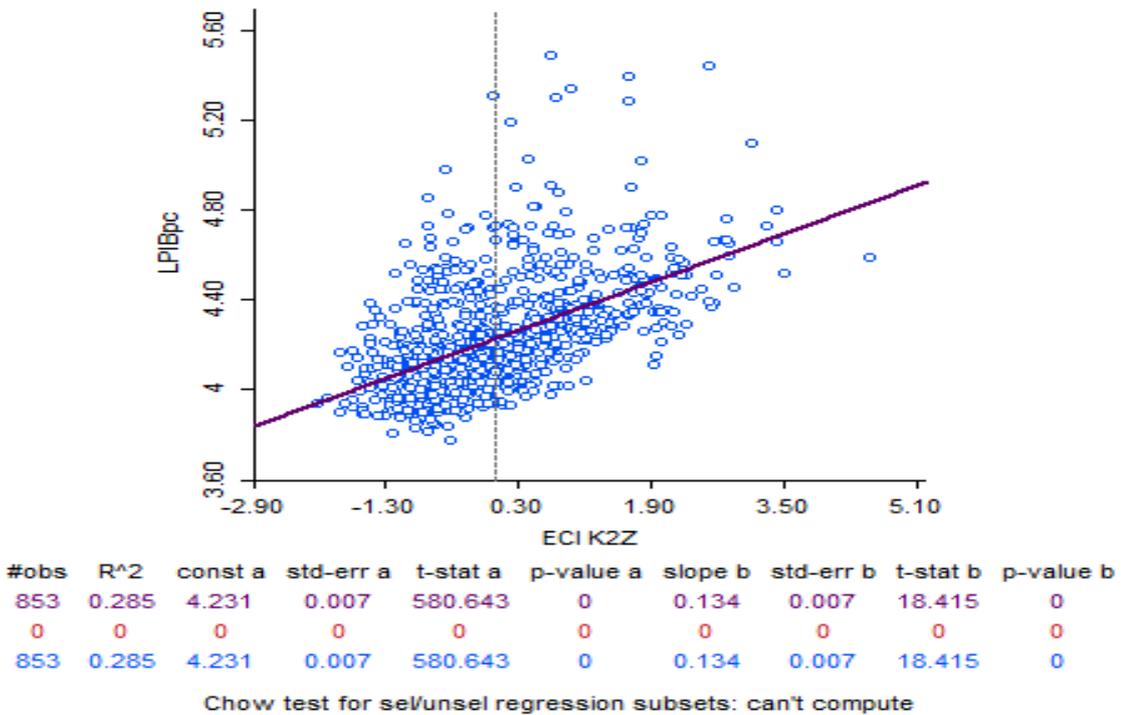
As Figuras 3.3 e 3.4 reportam a relação de dispersão dos dados relativos às variáveis de renda (PIB *per capita*) e sofisticação das atividades (ECI) para os estados de São Paulo e Minas Gerais, respectivamente. Tal como expresso pelas evidências empíricas nos trabalhos originários propostos Hidalgo e Hausmann (2009), os dados de complexidade econômica e renda *per capita* dos municípios de São Paulo e Minas Gerais exibem uma relação positiva, sugerindo que regiões com maiores níveis de sofisticação das atividades podem se beneficiar com níveis de renda maiores.

Figura 3.3 – Dispersão nos municípios de São Paulo: PIB *per capita* x ECI (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

Figura 3.4 – Dispersão nos municípios de Minas Gerais: PIB *per capita* x ECI (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

Essa é uma suposição plausível, sobretudo, por considerar a natureza do indicador de complexidade econômica, que pressupõe que o acúmulo de *capabilities* é um propulsor para diversificação e aquisição de habilidades exclusivas, de modo que representa um fator diferencial no desempenho das regiões.

3.4 Metodologia e dados

A literatura que estuda os padrões de associação espacial em fenômenos econômicos argumenta que a adoção da econometria convencional possui restrições para o tratamento de abordagens que contenham algum caráter espacial. Isso ocorre porque os dados obtidos em situações em que esse componente espacial é relevante possuem características que ferem pressupostos básicos dos modelos tradicionais. Portanto, alguns fatores precisam ser considerados no tratamento de uma abordagem econométrica espacial: Análise Exploratória de Dados Espaciais; a Heterogeneidade Espacial; e a Dependência/Autocorrelação Espacial (ANSELIN, 1988; LESAGE, 1998; ELHORST, 2000; ALMEIDA, 2012; GOLGHER, 2015).

A heterogeneidade espacial diz respeito à falta de estabilidade de comportamento ao longo do espaço. Conforme Almeida (2004), fenômenos que ocorrem no espaço não apresentam estabilidade estrutural. Em termos intuitivos, a heterogeneidade espacial manifesta-se quando ocorre instabilidade estrutural no espaço, fazendo com que haja diferentes respostas, dependendo da localidade ou da escala espacial. Assim, a consequência prática é a inadequação de se ajustar um mesmo modelo teórico para todo o conjunto de dados. De acordo com Elhorst (2000), a heterogeneidade espacial significa que os parâmetros não são homogêneos ao longo do conjunto de dados, variando com a unidade.

A Análise Exploratória de Dados Espaciais pode ser interpretada como um conjunto de técnicas para descrição e visualização de como os dados espaciais se distribuem, de modo que sua principal finalidade consiste na identificação de possíveis *outliers* e *clusters* espaciais. Outro aspecto relevante desse processo de identificação remete à percepção de instabilidades espaciais nos dados, de forma que esse processo se torna necessário na especificação dos modelos econométricos espaciais (CRUZ, 2013).

A Análise Exploratória de Dados Espaciais será utilizada para investigar a distribuição espacial da complexidade econômica entre os municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais. A partir dessa análise será possível identificar se existe a presença de autocorrelação (dependência espacial) no processo de sofisticação produtiva, evidenciando como se dá a distribuição da complexidade econômica e permitindo verificar se, ao longo do período

analisado, houve mudanças no padrão locacional da variável em estudo. Além disso, a Análise Exploratória de Dados Espaciais permite analisar se há a formação (ou não) de regimes espaciais, ou seja, se há um padrão de concentração ou de distribuição espacial ao longo do tempo, possibilitando avaliar aspectos da heterogeneidade dos dados entre as regiões.

Com esse objetivo, o primeiro passo na construção de um modelo espacial traduz-se na determinação de uma matriz de ponderação espacial (W). Conforme Almeida (2012), uma matriz de ponderação (pesos) espacial é construída para proporcionar informações acerca do arranjo espacial das interações derivadas do objeto estudado. Quando criada corretamente, a matriz de ponderação espacial é capaz de captar a influência que uma região exerce sobre as outras. A construção de uma matriz de ponderação espacial é determinada pelo objeto de estudo do pesquisador, que pode assumir diversos critérios (distância, moeda, se falam a mesma língua, se têm relações comerciais, etc.), de forma que em cada entrada na matriz é atribuído valor 1 (um) ou 0 (zero) seguindo os critérios estabelecidos.

Como o mérito da proposta do ensaio é compreender se habilidades desenvolvidas localmente, em regiões complexas, têm caráter de transbordamento para regiões próximas, de modo a ser possível encontrar e indicar quais regiões com o tecido produtivo menos sofisticado podem se beneficiar por estarem mais próximas das regiões mais complexas devido a possibilidade de interação das *skills* já presentes nessas regiões, a matriz de ponderação é construída com base no critério de distância geográfica (d), baseada na análise das aglomerações de complexidade. A matriz W_{ij} tem entrada 1 se $d_{ij} \leq d_i(k)$ (se a região estiver dentro do corte geográfico das proximidades de uma região complexa) e entrada 0 se $d_{ij} > d_i(k)$ (se a região estiver fora do corte geográfico das proximidades de uma região complexa), sendo $d_i(k)$ a distância de corte para a região i , considerando k vizinhos¹¹. Conforme Almeida (2012), esta distância crítica não é constante, pois varia de região para região. Dessa forma, por meio da matriz, duas regiões são consideradas vizinhas se estiver dentro do limite da distância crítica estabelecida pelo pesquisador.

Outro fator importante é constatar a existência de dependência espacial das variáveis envolvidas, assim, a estatística I de Moran (1950) se expressa como a ferramenta de maior popularidade dentre os indicadores de autocorrelação espacial global. Trata-se de um teste aplicado aos resíduos de uma regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), cuja hipótese nula simboliza que não há dependência espacial, enquanto a hipótese alternativa indica a existência da dependência espacial. O I de Moran pode ser escrito conforme a equação 3.10:

¹¹ Assume-se que $W_{ii} = 0$.

$$I = \frac{n}{\sum \sum W_{ij}} \cdot \frac{\sum \sum W_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (3.10)$$

sendo, W_{ij} a matriz de vizinhança entre as regiões i e j ; $y_i - \bar{y}$ e $y_j - \bar{y}$ representam os desvios em relação às médias; enquanto n retrata o número de regiões.

O valor esperado para o I de Moran pode ser normalizado para obter resultados entre -1 e 1, caso haja um padrão espacial nos dados. A presença de autocorrelação espacial positiva indica que existe similaridade entre os valores da variável em análise e a localização espacial da variável. Dessa forma, a autocorrelação espacial positiva aponta que altos (baixos) valores de uma variável de interesse (y) tendem estar rodeados por altos (baixos) valores desta variável (y) nas regiões vizinhas (W_y). Por outro lado, a presença de autocorrelação espacial negativa aponta para existência de dissimilaridade dos valores da variável estudada e a localização espacial da mesma, indicando que altos (baixos) valores da variável de interesse (y) tendem a estar circundados por baixos (altos) valores desta variável (y) nas regiões vizinhas (W_y) (ALMEIDA, 2012; CRUZ, 2013).

Ainda, com base em Almeida (2012) e Cruz (2013), outra técnica utilizada é o Diagrama de Dispersão de Moran, que analisa a medida global de associação linear espacial, representado no formato de um quadrante que apresenta quatro tipos de associação linear espacial: Alto-Alto (AA), onde regiões com valores altos, acima da média, são rodeadas de regiões de altos valores; Baixo-Alto (BA), regiões com baixo valor da variável em interesse são vizinhas de regiões com alto valor; Baixo-Baixo (BB), regiões com baixo valor circundadas por regiões de baixos valores; Alto-Baixo (AB), regiões com alto valor da variável de interesse são rodeadas de regiões de baixo valor.

A técnica de mapeamento de *clusters* pretendida pelo ensaio corresponde ao *Local Indicator of Spatial Association* (LISA). De acordo com Anselin e Florax (1995), o I de Moran local, ou LISA, é capaz de captar padrões locais de autocorrelação espacial. No entanto, essa estatística não está totalmente desassociada do I de Moran global, sendo uma decomposição deste, contribuindo para a análise de cada observação individualmente.

Os resultados provenientes do I de Moran local apresentam uma vantagem quanto a sua apresentação. Eles podem ser mapeados, tanto no formato de um mapa de significância LISA, que mostra as regiões com estatísticas I local de Moran significativos, bem como pelo mapa de *clusters* LISA, que agrega as informações do diagrama de dispersão de Moran e o mapa de significância das medida de associação local (I_i), classificando-as nas categorias de associação espacial, a saber Alto-Alto, Baixo-Alto, Baixo-Baixo e Alto-Baixo.

Segundo Ertur e Le Gallo (2003), a autocorrelação espacial pode ser definida como a coincidência de similaridade de valores com a similaridade de localização. Nesse sentido, a dependência espacial é determinada por uma noção de espaço relativo ou distância relativa. Elhorst (2000) indica, como exemplo, que um agente pode mudar suas decisões de acordo com condições de mercado na sua região em comparação com outras regiões e com a distância dessas regiões. Portanto, a dependência espacial é, de certa forma, similar à dependência temporal da análise de séries temporais; porém a grande diferença é que a influência espacial se dá de forma recíproca (a unidade A influencia B e vice-versa), e não como nas séries temporais onde ocorre sem a reciprocidade (t-1 influencia t, mas t não influencia t-1).

Um modelo econométrico-espacial envolve a incorporação de defasagens espaciais ao modelo clássico de regressão linear, as quais podem ser incorporadas nas variáveis dependentes, nas variáveis explicativas e/ou nos termos de erro.

O modelo clássico de regressão linear é dado pela equação 3.11:

$$y = X\beta + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (3.11)$$

em que y é um vetor com a variável dependente ($n \times 1$); X é uma matriz ($n \times k$) com as variáveis explicativas exógenas (incluindo a constante); β é um vetor de coeficientes de regressão ($k \times 1$); e ε é o vetor ($n \times 1$) dos termos de erro aleatório. A equação 3.11 não incorpora nenhuma defasagem espacial, logo não existe interação espacial entre as regiões.

Ao se adicionar o caráter espacial, a equação 3.11 toma a forma da equação 3.12:

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (3.12)$$

em que ρ é o coeficiente de dependência espacial e W é a matriz de ponderação/peso espacial.

Alguns dos modelos mais famosos baseados na estrutura espacial são o Modelo de Defasagem Espacial (SAR) e o Modelo de Erro Autorregressivo Espacial (SEM), classificados como Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG). A escolha e especificação dos modelos são baseados na distribuição dos dados feita previamente pela Análise Exploratória de Dados Espaciais.

Nessa perspectiva, a estratégia de estimação dos modelos desse ensaio consiste em utilizar as estruturas de estimações espaciais, SAR e SEM, estruturando como variável dependente os Indicadores de Complexidade Econômica (ECI) calculados para os municípios de São Paulo e Minas Gerais no ano de 2019, com intuito de verificar a relação de significância estatística da variável de interesse proposta ($W_ECI\ 2019(\rho)$ e $W_Lambda(\lambda)$) pressupondo

que os efeitos de proximidade são relevantes, i.e, diante de possíveis efeitos espaciais de transbordamento de habilidades, a proximidade geográfica com regiões complexas é capaz de afetar o grau de sofisticação do tecido produtivo de seus vizinhos.

O ano de 2019 foi escolhido por se tratar de um período anterior à pandemia de COVID-19. A essência do Quociente Locacional são os dados de emprego, cujo comportamento foi diretamente afetado no período pandêmico (especialmente entre 2020 e 2022). Portanto, para que o choque sobre a ocupação não afetasse a abordagem empírica proposta, optou-se por um ano com maior estabilidade dos dados para a estimação. O Quadro 3.1 sistematiza as variáveis utilizadas nas estimações.

Quadro 3.1 – Definição das variáveis, fontes e sinais esperados

Variáveis	Definição/Unidade	Fonte	Sinal esperado
<i>ECI</i>	Índice de Complexidade Econômica para cada município – quatro interações com o método das reflexões (normalização <i>Z-score</i>)	Elaboração própria a partir de dados de emprego da RAIS	Variável Dependente
<i>W_ECI 2019</i> (ρ)	Matriz de ponderação espacial (contiguidade de primeira ordem do tipo <i>Queen</i>) (ver Apêndices C.2 e C.6)	Elaboração própria a partir dos <i>softwares</i> GEODA e QGIS	Positivo
<i>W_Lambda</i> (λ)	Matriz de ponderação espacial (contiguidade de primeira ordem do tipo <i>Queen</i>) (ver Apêndices C.2 e C.6)	Elaboração própria a partir dos <i>softwares</i> GEODA e QGIS	Positivo
<i>D_RC</i>	<i>Dummy</i> para atividades baseadas em recursos naturais (1 se o município tem atividade predominante baseada em recursos naturais; 0 para o caso contrário)	Elaboração própria a partir de dados do IBGE	Positivo
<i>Capital Humano</i> (<i>Ensino Superior</i>)	Número de pessoas com ensino superior completo	RAIS	Positivo
<i>PIBpc</i>	Produto Interno Bruto real <i>per capita</i>	IBGE	Positivo
<i>VAIND/PIB</i>	Valor adicionado da indústria em razão do PIB	Elaboração própria a partir de dados do IBGE	Positivo

Fonte: Elaboração própria.

Deste modo, o modelo geral estimado é dado pela equação 3.13:

$$ECI_{i2019} = \beta_0 + \beta_1 W_ECI\ 2019_{it-1} + \beta_2 X_i + \varepsilon_t \quad (3.13)$$

em que ECI_{i2019} representa o Índice de Complexidade Econômica (ECI), para cada município, construído a partir do Método das Reflexões, ao passo que $W_ECI\ 2019_{it-1}$ simboliza o Índice de Complexidade Econômica (ECI) ponderado pela Matriz de Contiguidade do tipo *Queen* (vizinhos fronteiros imediatos de primeira ordem), defasado espacialmente de acordo com os Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG).

Em sequência, as variáveis de controle sugeridas (X_i) correspondem às características que podem influenciar no transbordamento e na absorção espacial, tais como: a composição produtiva da região em atividades baseadas em recursos naturais (D_RC) e o valor adicionado da indústria em razão do PIB ($VAIND/PIB$), cujas propostas consistem em detectar, no tocante a sofisticação das atividades, comportamentos distintos resultantes de padrões diversos de especialização; a presença do capital humano (*Ensino Superior*) como um fator positivo de criação e acúmulo de *capabilities*; e por último uma variável representativa de renda ($PIBpc$), expressando a relação da dinâmica regional com a complexidade das atividades.

3.5 Resultados e discussão

Dentre as diversas abordagens recentes que implicam em múltiplas associações empíricas e teóricas da complexidade e sofisticação econômica, nota-se que moderados são os enfoques atribuídos à dinâmica espacial e como essa relação pode se ramificar ao longo do território em favor da melhora da estrutura produtiva da região. Isto posto, com intuito de verificar a possibilidade de beneficiamento espacial da sofisticação econômica via proximidade locacional e decorrentes efeitos de transbordamentos de vizinhança, o presente trabalho elenca duas regiões do território brasileiro estruturalmente diferenciadas (São Paulo e Minas Gerais), porém, bastante relevantes em âmbito nacional no que diz respeito aos aspectos econômicos, de modo que as estimativas espaciais propostas objetivam captar uma presumida relação de favorecimento espacial dada pela proximidade de uma região ou *cluster* de complexidade.

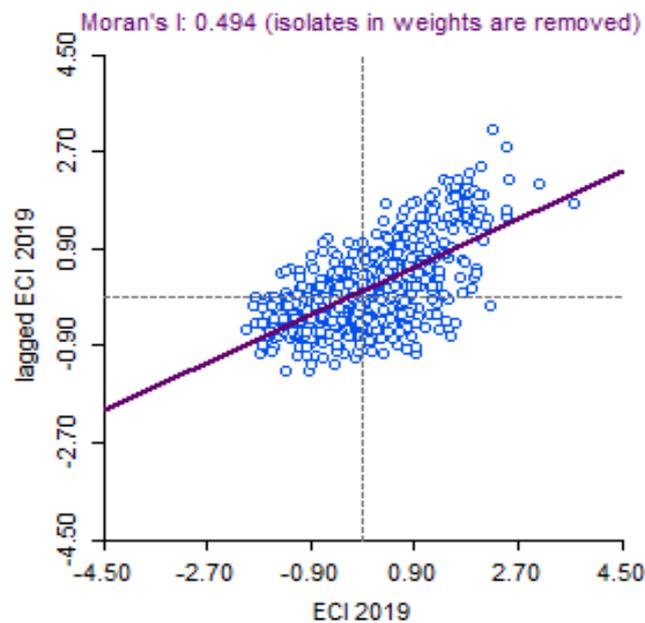
Logo, os resultados centram-se: i) na dinâmica espacial; ii) na constatação da existência de dependência espacial para os dados do Índice de Complexidade Econômica (ECI) calculados; iii) na formação e identificação dos *clusters* de complexidade; e, iv) nas estimativas dos modelos espaciais, cuja identificação pode fornecer respostas acerca dos efeitos dessas relações e os transbordamentos possíveis entre elas, dado o pressuposto de que as habilidades

locais desenvolvidas tendem a possuir efeitos mais significativos em regiões próximas (economia de aglomeração) do que em regiões distantes.

Com esse propósito, as verificações preliminares centralizam-se na identificação de dependência espacial para o Índice de Complexidade Econômica (ECI) nos municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais por intermédio do diagrama de dispersão de Moran (*I* de Moran local) e dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), que indicam a formação de *clusters* espaciais capazes de capturar padrões locais de autocorrelação espacial (*I* de Moran local estatisticamente significativo).

As figuras 3.5 e 3.6 representam o diagrama de dispersão de Moran para os municípios de São Paulo e Minas Gerais, respectivamente, e assinalam a presença de autocorrelação espacial positiva entre os Indicadores de Complexidade Econômica (ECI) dos municípios nos dois estados no ano de 2019.

Figura 3.5 – Diagrama de dispersão *I* de Moran univariado (complexidade econômica dos municípios de São Paulo 2019)

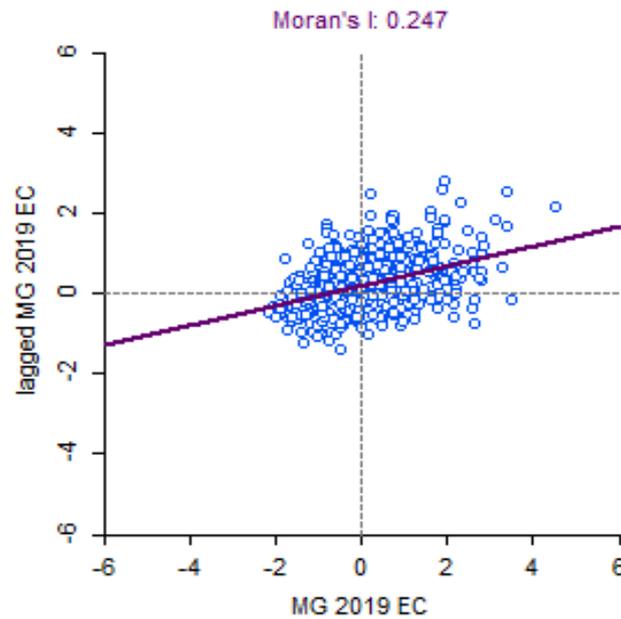


Fonte: Elaboração própria a partir dos *softwares* QGIS 3.28 e GEODA.

Os coeficientes *I* de Moran positivos de 0,4984 (São Paulo) e 0,247 (Minas Gerais) sugerem a existência regional de um padrão de associação espacial da sofisticação produtiva nos estados mencionados, no qual os municípios com indicadores de complexidade semelhantes estão relacionados por proximidade espacial. Assim, os resultados para o *I* de

Moran e para o diagrama de dispersão preconizam uma relação de similaridade espacial – mais (ou menos) sofisticados – dada pela proximidade das regiões, de modo que a relação espacial baseada na distribuição da estrutura produtiva dos municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais respondem a uma dinâmica de beneficiamento (ou desfavorecimento) dada a proximidade de regiões mais (ou menos) complexas.

Figura 3.6 – Diagrama de dispersão I de Moran univariado (complexidade econômica dos municípios de Minas Gerais 2019)



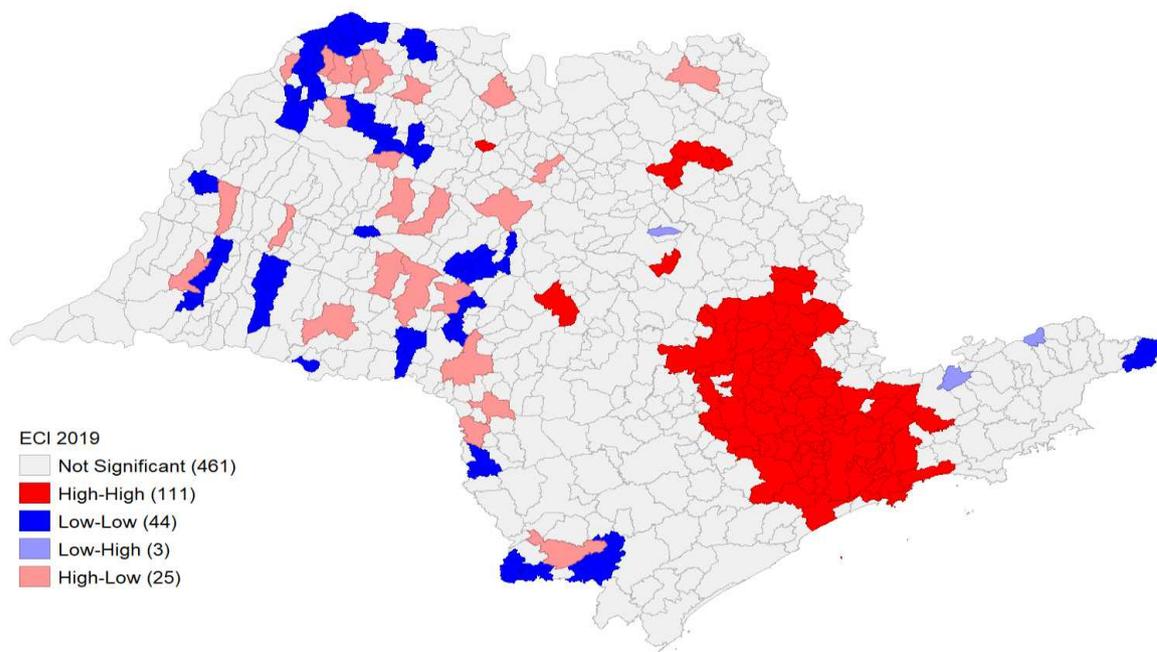
Fonte: Elaboração própria a partir dos *softwares* QGIS 3.28 e GEODA.

Em linha, os mapas de *clusters* resultantes das aplicações do indicador LISA retratam a localização geográfica e o tipo de associação espacial das relações de sofisticação das atividades nos municípios de São Paulo e Minas Gerais no ano de 2019. Em vista disso, as Figuras 3.7 e 3.8 exibem padrões de aglomerações locais interessantes, especialmente, sobre como se dá a distribuição da dinâmica espacial da complexidade econômica nos estados em análise.

No que diz respeito ao estado de São Paulo, a Figura 3.7 apresenta evidências que tendem a corroborar a hipótese levantada no presente trabalho acerca do beneficiamento espacial da sofisticação produtiva e das atividades. A clara aglomeração de *clusters* do tipo Alto-Alto nas Mesorregiões Metropolitana de São Paulo, Macro Metropolitana Paulista e de Campinas tornam evidente o processo de associação espacial local da complexidade econômica nos municípios.

A forte concentração dos *clusters* de complexidade nas regiões metropolitanas do estado sugerem, em certa medida, que o tipo de produto/atividade também é relevante para os efeitos de aglomeração espacial. Tal inferência é baseada na intensidade tecnológica e sofisticação das atividades que são normalmente exercidas nos *clusters* do tipo Alto-Alto na região. Pela via das atividades exercidas têm-se a centralização das atividades financeiras, enquanto pelo prisma da intensidade tecnológica, a partir de dados do COMEXSTAT (2023), a composição da pauta exportadora de São Paulo era constituída, em 2019, predominantemente por bens de média e alta intensidade tecnológica, sendo eles: veículos automóveis, tratores, ciclos e outros veículos terrestres, suas partes e acessórios; reatores nucleares, caldeiras, máquinas, aparelhos e instrumentos mecânicos, e suas partes; aeronaves e aparelhos espaciais, e suas partes; máquinas, aparelhos e materiais elétricos, e suas partes; dentre outros. É útil novamente sublinhar que São Paulo, em se tratando de diversidade, consiste no estado com maior representação, contando, em média, com 1.108 produtos exportáveis (DATAVIVA, 2023).

Figura 3.7 – LISA: ECI dos municípios de São Paulo (2019)



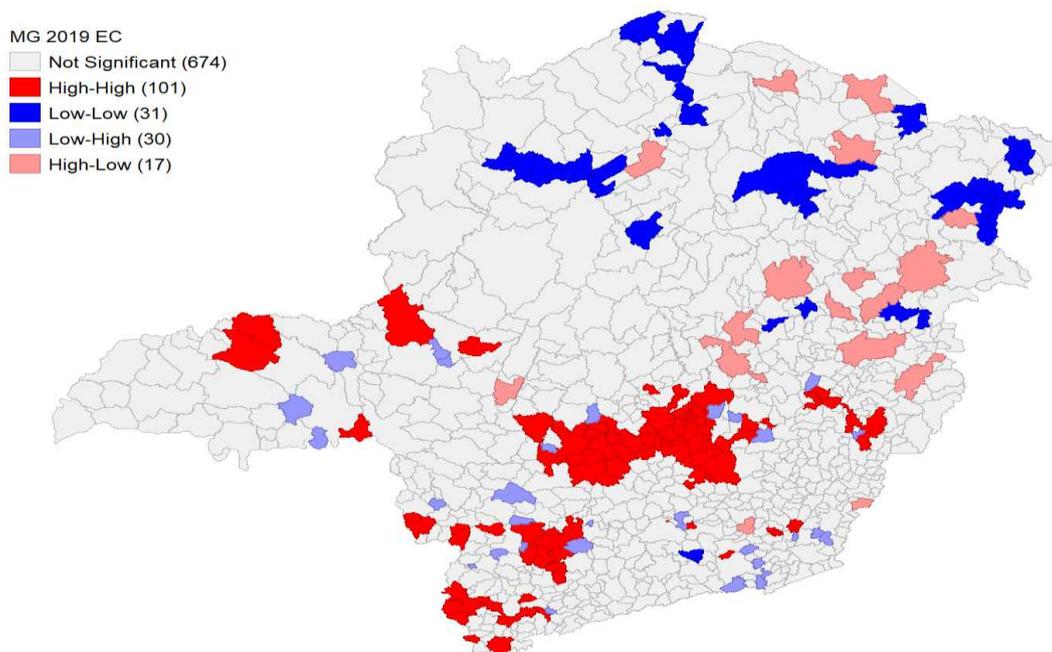
Fonte: Elaboração própria a partir dos *softwares* QGIS 3.28 e GEODA.

Para os municípios de Minas Gerais, a partir dos resultados do LISA (Figura 3.8), é admissível considerar que os *clusters* de complexidade são formados por três tipos: Alto-Alto, Baixo-Baixo, e Baixo-Alto. Tal distribuição, local e significativa, sugere que mediante a

formação de *clusters* espaciais em algumas localidades de Minas Gerais há a manifestação de certo grau de associação espacial entre a sofisticação das atividades.

Sob essa perspectiva, no ano de 2019, nota-se com maior evidência a formação de *clusters* do tipo Alto-Alto, i.e, aglomerações formadas por associação espacial entre municípios que apresentam maiores níveis de complexidade das atividades. Este tipo de *cluster* é formado, sobretudo, em regiões de maior nível de dinamismo do estado, como o caso das regiões metropolitanas e cidades vizinhas capitaneadas pela capital Belo horizonte, das mesorregiões Central e Centro-Oeste de Minas, caracterizadas pela formação do maior *cluster*, e, conseqüentemente pela concentração de parte significativa dos municípios com maior ECI. As mesorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e do Sul de Minas também apresentam a formação de outros *clusters* do tipo Alto-Alto, destacando as cidades de Uberlândia e Uberaba no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba; e Varginha, Alfenas, Pouso Alegre e Poços de Caldas, no Sul de Minas.

Figura 3.8 – LISA: ECI dos municípios de Minas Gerais (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

Considerando, por hipótese, a heterogeneidade entre as mesorregiões do estado de Minas Gerais, chama atenção a localização dos *clusters* do tipo Baixo-Baixo, de maneira que as regiões com um padrão associativo entre municípios de baixa complexidade econômica

concentram-se no Norte do estado e na mesorregião do Vale do Jequitinhonha. Ademais, a distribuição espacial entre os *clusters* Alto-Alto e Baixo-Baixo confirmam a clara divisão e o beneficiamento da sofisticação das atividades em Minas Gerais, de modo que o norte do estado é caracterizado pela baixa complexidade e, conseqüentemente, encontra dificuldades de alavancar sua estrutura produtiva via transbordamento das aglomerações regionais. É razoável admitir que as mesorregiões localizadas ao norte do estado possam caminhar em direção de um aprofundamento da *quiescence trap*. Em contrapartida, as mesorregiões Central e Metropolitana de Belo Horizonte, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, e Sul de Minas exibem um padrão de beneficiamento espacial devido ao dinamismo proporcionado pela estrutura produtiva e das atividades mais sofisticadas, indicando, por suposição, uma relação espacial positiva.

Cabe ressaltar que o estado de Minas Gerais apresentou ao longo dos anos 2000 um avanço significativo dos recursos naturais em sua estrutura produtiva, tendo como predominante em seu desempenho exportador os bens primários – minério de ferro, ferro fundido e café (COMEXSTAT, 2023), bem como diversas atividades ligadas aos recursos naturais. Tal característica produtiva-exportadora pode ajudar a explicar a formação de *clusters* do tipo Alto-Alto mais dispersa no território, sugerindo que o tipo de bem/atividade especializado(a) na região prediz uma relação não tão forte entre concentração de recursos naturais e transbordamentos espaciais expressivos resultantes da aglomeração e beneficiamento da sofisticação.

O próximo passo dos resultados empíricos que analisam a hipótese de beneficiamento espacial da sofisticação das atividades entre os municípios de São Paulo e Minas Gerais consiste em realizar estimações dos modelos econométricos espaciais. Todos os modelos e testes foram realizados no *software* GeoDA 1.20 e foram estimados pelo método de máxima verossimilhança.

Tal como é habitual na literatura que utiliza aplicações espaciais, preliminarmente foi estimado o Modelo Clássico de Regressão Linear sem componente espacial, posteriormente são adotadas medidas para averiguar a existência de autocorrelação espacial nos modelos especificados, cuja finalidade se justifica em detectar a possibilidade de os modelos apresentarem uma provável dependência espacial. Portanto, a partir dos testes espaciais, é possível apontar qual das versões (com ou sem componente espacial) é a mais apropriada para explicação da hipótese levantada no estudo. Caso os testes revelem presença de dependência espacial, é preciso considerar os pesos espaciais nas estimações. As Tabelas 3.3 e 3.4 exibem os resultados dos modelos estimados para os municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais, respectivamente.

Tabela 3.3 – Estimativas dos Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global - municípios de São Paulo (*Maximum Likelihood Estimation*) - Variável dependente: ECI São Paulo, 2019

Variáveis	Sem componente espacial	Com componente espacial	
	Regressão Clássica	Spatial lag (SAR)	Spatial Error (SEM)
$W_ECI\ 2019\ (\rho)$	-	0,544055* (0,0353419)	-
Λ	-	-	0,630677* (0,0395453)
D_RC	-0,983252* (0,11293)	-0,818539* (0,0937665)	-0,843351* (0,0936908)
$VAIND/PIB$	0,955142*** (0,295518)	0,486866 (0,295518)	0,272142 (0,304457)
<i>Capital Humano (Ensino Superior)</i>	2,70349e-06* (5,24381e-07)	1,99969e-06* (4,3233e-07)	7,98984e-07** (3,68518e-07)
$LPIBpc$	1,54499* (0,176156)	1,13165* (0,148436)	1,23146* (0,156032)
Constant	-5,1158* (0,631909)	-5,1158* (0,631909)	-5,60556* (0,667438)
N	645	645	645
R-squared	0,337826	0,547876	0,535865
Moran's I (error)	13,0694* (0,00000)		
Lagrange Multiplier (lag)	271,9135* (0,00000)		
Robust LM (lag)	106,9522* (0,00792)		
Lagrange Multiplier (error)	165,6335* (0,00000)		
Robust LM (error)	0,6721 (0,41231)		
Lagrange Multiplier (SARMA)	272,5857* (0,00000)		
Akaike	1573,54	1369,84	1401,53
Breusch-Pagan test	149,8332* (0,00000)		
Koenker-Bassett test	151,4293* (0,00000)		

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Notas:

(*) (**) (***) indicam 1%, 5% e 10% de significância estatística, respectivamente.

Erros-padrões entre parênteses.

Para estimar a autocorrelação espacial foi utilizada uma matriz de ponderação espacial (contiguidade) de primeira ordem do tipo Queen, i.e, relacionando os vizinhos fronteiros.

Tabela 3.4 – Estimativas dos Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global - municípios de Minas Gerais (*Maximum Likelihood Estimation*) - Variável dependente: ECI Minas Gerais, 2019

Variáveis	Sem componente espacial	Com componente espacial	
	Regressão Clássica	Spatial lag (SAR)	Spatial Error (SEM)
$W_ECI\ 2019\ (\rho)$	-	0,219575* (0,0416575)	-
Λ	-	-	0,269499* (0,0491913)
D_RC	-0,936004* (0,122243)	-0,904799* (0,11932)	-0,890132* (0,119277)
$VAIND/PIB$	0,463382 (0,301425)	0,368327 (0,294457)	0,0647207 (0,306417)
<i>Capital Humano</i> (<i>Ensino Superior</i>)	1,831e-05* (2,47719e-06)	1,70753e-05* (2,41832e-06)	1,52042e-05* (2,42566e-06)
$LPIBpc$	2,176* (0,167101)	1,99437* (0,171264)	2,32787* (0,178745)
Constant	-9,23032* (0,677095)	-8,49013* (0,696346)	-9,87142* (0,725849)
N	853	853	853
R-squared	0,375985	0,402242	0,403558
Moran's I (error)	5,4604* (0,00000)		
Lagrange Multiplier (lag)	34,7261* (0,00000)		
Robust LM (lag)	7,0525*** (0,00792)		
Lagrange Multiplier (error)	28,4255* (0,00000)		
Robust LM (error)	0,7520 (0,38585)		
Lagrange Multiplier (SARMA)	35,4780* (0,00000)		
Akaike	2026,91	1999,8	1999,94
Breusch-Pagan test	149,8332* (0,00000)		
Koenker-Bassett test	151,4293* (0,00000)		

Fonte: Elaboração própria a partir das estimações do Eviews.

Notas:

(*) (**) (***) indicam 1%, 5% e 10% de significância estatística, respectivamente.

Erros-padrões entre parênteses.

Para estimar a autocorrelação espacial foi utilizada uma matriz de ponderação espacial (contiguidade) de primeira ordem do tipo Queen, i.e, relacionando os vizinhos fronteiros.

As estimações do Modelo Clássico de Regressão Linear apresentaram os sinais esperados e significativos para as variáveis que caracterizam a composição produtiva (D_RC e $VAIND/PIB$), a renda ($LPIBpc$) e o capital humano (*Ensino Superior*). Por conseguinte, os resultados sem o componente espacial indicam que, para ambos os estados, um arranjo produtivo baseado em atividades tipificadas como Recursos Naturais se mostra negativamente relacionado com a sofisticação produtiva. Por outro lado, o avanço em atividades industriais que remetem a uma maior intensidade tecnológica sugere o beneficiamento da complexidade advindo dessa inclinação produtiva. No entanto, é necessário ressaltar que a significância estatística da variável $VAIND/PIB$ foi encontrada apenas nas estimações sem o componente espacial para os municípios do estado de São Paulo. Nas demais especificações, a variável não foi significativa, mesmo apresentando o sinal positivo esperado.

Em conformidade com os objetivos propostos nesse trabalho, foram adotados procedimentos para verificação de dependência espacial nas relações de complexidade dos municípios dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Com esse desígnio em perspectiva, as etapas das estimações espaciais contemplaram a seguinte ordenação:

1. Estima-se o Modelo Clássico de Regressão Linear, sem o componente espacial, por MQO;
2. Estimam-se o Moran's I (*error*), o Lagrange Multiplier (*lag*) ($LM\rho$), e o Lagrange Multiplier (*error*) ($LM\lambda$);
3. Caso as estatísticas sejam não significativas, o modelo sem componente espacial revela-se como o mais apropriado;
4. Na hipótese de $LM\rho$ ser significativo enquanto $LM\lambda$ não, o modelo de Defasagem Espacial (SAR) é escolhido como mais adequado;
5. Sendo $LM\lambda$ significativo e $LM\rho$ não, o modelo Erro Autorregressivo Espacial (SEM) é preferido;
6. Para o caso em que ambas as estatísticas sejam significativas, observa-se os valores e a significância das versões robustas, de modo que:
 - I) se a versão Robust LM (*lag*) for superior a versão Robust LM (*error*), estima-se o modelo SAR; por analogia, II) Se a versão do Robust LM (*error*) for superior a versão Robust LM (*lag*), estima-se o modelo SEM.
7. Além disso, verifica-se a estatística de Akaike de forma que a especificação que apresentar o menor valor será a mais indicada para leitura dos resultados.

As estimações foram baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG), cujos modelos são qualificados por acomodar a dependência espacial de tal modo que os transbordamentos resultantes são distribuídos de forma global, i.e., impactos na variável dependente de uma região conduzem a uma transmissão desse impacto às demais regiões do estudo, a partir do multiplicador espacial.

Estudos seminais de dependência espacial sugerem que agentes econômicos tendem a tomar decisões atuais baseadas em decisões de outros agentes em períodos anteriores (ANSELIN, 1988; LESAGE, 1998). Nesse sentido, o MEAG é justificado para o presente trabalho, tendo em vista que o intuito da abordagem espacial é verificar se as *capabilities* e *skills* reunidas nas atividades e regiões mais complexas transbordam para as demais regiões dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Portanto, os modelos de Defasagem Espacial (SAR) e de Erro Autorregressivo Espacial (SEM), que são de alcance global, são apropriados para os objetivos do estudo. Contudo, os resultados para os testes espaciais revelaram que o modelo de Defasagem Espacial (SAR) é o apropriado para a análise das estimações¹².

De acordo com Almeida (2012), o modelo SAR indica que a variável dependente de uma determinada região (y) é influenciada pela variável dependente na vizinhança (Wy), bem como pelos valores das variáveis explicativas (X), e que devido a multidirecionalidade das relações espaciais (matriz espacial de contiguidade do tipo *Queen*, ver Apêndice C.2, C.3, C.6 e C.7 com seus respectivos mapas), as variáveis dependentes vizinhas promovem um comportamento de causação circular. Ademais, o valor do parâmetro espacial (ρ) é disposto entre o intervalo -1 e $+1$, logo, se ρ for positivo, há indícios de presença de autocorrelação espacial global positiva. A magnitude do parâmetro espacial sugere que um alto (baixo) valor de y nas regiões vizinhas aumenta (diminui) o valor de y na região i . Em contrapartida, se o parâmetro espacial (ρ) for negativo, o resultado remete a presença de uma autocorrelação espacial global negativa. Finalmente, na hipótese de o parâmetro espacial não ser significativo, o coeficiente pode ser considerado como zero, o que indica evidências de ausência de autocorrelação espacial.

Nas Tabelas 3.3 e 3.4, os resultados do modelo SAR sugerem, para ambas as localidades, que a sofisticação das atividades em um determinado município influencia a sofisticação das cidades vizinhas ($\rho > 1$). Dessa maneira, é razoável ponderar a presença de um beneficiamento por estar próximo de uma região com maior dinâmica de complexidade de suas

¹² Robust LM (error) não foi significativo, bem como a estatística de Akaike é menor para o modelo de Defasagem Espacial (SAR).

atividades produtivas, promovendo efeito positivo de transbordamento espacial para a localidade. A melhoria da sofisticação de uma região está ligada a melhoria da sofisticação de suas regiões vizinhas, hipótese essa plausível quando se considera que a aquisição e reunião de *capabilities* é um processo necessário para a diversificação de novas atividades/produtos e desenvolvimento de *skills* exclusivas. Logo, no que diz respeito aos fatores estruturais vinculados à diversificação e não ubiquidade, a capilaridade desse beneficiamento aparenta ser mais robusto em regiões mais próximas, enquanto regiões mais distantes não indicam ter a sofisticação da sua estrutura produtiva influenciadas diretamente.

Ainda, cabe destacar a abordagem da proximidade e probabilidade de coexportação, sugerindo que o tipo de atividade/produto é capaz de prover maior dispersão ou concentração do *product space*. Tal premissa é aventada por Hidalgo e Hausmann (2009), a qual explicita que, quanto maior a similaridade e proximidade dos produtos em vantagens comparativas no tecido produtivo da região, maiores são as possibilidades de o mesmo incorrer em um processo de sofisticação da estrutura produtiva. Isto, pois, as habilidades (*skills*) básicas necessárias já estão desenvolvidas localmente, de modo que se torna mais fácil expandir e desenvolver para uma atividade correlata que exija *skills* similares. Nessa linha, os resultados das estimações espaciais sugerem que a localização também pode ser considerada como um fator relevante para o transbordamento de atividades e produtos que possuem *capabilities* próximas, favorecendo, no limite, quando bem-sucedidos, a formação de *clusters* de sofisticação, tal como apresentado na Figura 3.7 para os municípios paulistas.

Dialogando os resultados encontrados com o indicador LISA e as estimações espaciais no modelo SAR, as principais concentrações de sofisticação podem indicar um efeito de transbordamento mais localizado, evidenciando a relação entre a complexidade das atividades de uma região e os vizinhos mais próximos, de forma que a extensão do transbordamento não aparenta ser tão longa e muito menos para toda região em análise. Na verdade, as ramificações e aglomerações mostram surgir a partir de um epicentro de sofisticação (município relevante e/ou região metropolitana) capaz de reunir e liderar parte significativa das atividades e produtos mais sofisticados, beneficiando os municípios de maior proximidade que se mostram hábeis em favorecer sua dinâmica estrutural.

Sob esse aspecto, é possível distinguir o processo de beneficiamento espacial apresentado nos municípios paulistas e mineiros, ressaltando a magnitude do sinal apresentado nas estimações SAR. Os municípios paulistas exibem um espraiamento mais robusto e eficiente na formação de *clusters* de complexidade, o que sugere que a natureza das atividades pode influenciar diretamente no transbordamento espacial. Assim, o tipo de especialização produtiva

tem consequências diferentes sobre o processo de sofisticação e disseminação no espaço, visto que algumas atividades e produtos possuem uma rede densa de conexões, oportunizando a região a desenvolver várias capacidades, enquanto outros não possuem o mesmo efeito.

Os resultados apresentados pelas variáveis que caracterizam a composição produtiva (D_RC e $VAIND/PIB$) corroboram essa interpretação. O resultado negativo e significativo da variável criada pra captar o efeito da estrutura produtiva predominantemente baseada em recursos naturais (D_RC) e o resultado positivo e significativo da variável que capta o efeito da presença do setor industrial ($VAIND/PIB$) evidenciam porque o estado de São Paulo, caracterizado por uma estrutura produtiva mais complexa baseada em atividades de média e alta tecnologia, possui adensamentos mais concentrados, enquanto o estado de Minas, fortemente baseado em recursos naturais, exibe uma formação mais dispersa de seus *clusters* de complexidade.

Quanto às variáveis de controle, os resultados evidenciam a relevância de fatores estruturais para o processo de aprimoramento da complexidade das regiões. A parcela da população que possui ensino superior completo (*Ensino Superior*), variável utilizada como representação do potencial de qualificação da população, exibe relação de efeitos positivos com a complexidade das atividades nos municípios de São Paulo e Minas Gerais. Assim, quanto maior a parcela qualificada da mão de obra deduz-se que maior será a capacidade regional de desenvolver *capabilities non-tradeable*, fator apontado como imprescindível não somente para a sofisticação, mas também como elemento distintivo entre regiões no tocante ao desenvolvimento regional.

Ainda, a variável de renda regional ($PIBpc$), utilizada para denotar um comportamento de dinâmica dos municípios e de direcionamento da demanda por produtos complexos, apresenta coeficientes positivos em ambos os estados, indicando uma relação favorável da dinâmica regional com a complexidade da estrutura produtiva. Vale considerar que a renda e a sofisticação, quando em um cenário de prosperidade, podem coexistir em um processo de retroalimentação, i.e., quando a região é capaz de reunir *capabilities* para diversificar e melhorar sua dinâmica produtiva, isso eleva a renda de longo prazo, ao passo que uma renda mais elevada é associada a uma demanda por bens mais complexos, induzindo a região continuar em uma escalada de sofisticação.

3.6 Considerações finais

Este ensaio teve como objetivo analisar a hipótese de beneficiamento espacial da complexidade das atividades e produtos nos municípios de São Paulo e Minas Gerais, supondo que a proximidade com regiões mais complexas incita uma relação de transbordamento positivo resultante da aquisição e acumulação das *capabilities non-tradeable* desenvolvidas localmente, sobretudo, nas regiões com maior diversidade produtiva. Dessa forma, regiões mais próximas podem ser as principais beneficiadas no processo de difusão espacial das habilidades e condições estruturais.

Para tanto, o ensaio foi articulado com três contribuições: i) o cálculo do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para todos os municípios dos estados analisados, possibilitando a visualização espacial da complexidade no território; ii) a instrumentalização do I de Moran e do *Local Indicator of Spatial Association* (LISA) para identificação de dependência espacial e compreensão da formação espacial de *clusters* de complexidade no espaço; e, iii) a estimação de regressões espaciais baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG), cuja a finalidade é testar a viabilidade de disseminação espacial de uma região mais complexa para outras.

Os resultados encontrados alinham-se com a hipótese levantada no ensaio, a qual sugere significativas relações de dependência espacial da complexidade das atividades. A primeira frente de investigação, via mensuração do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para os municípios de São Paulo e Minas Gerais, no ano de 2019, exibiu indícios de efeitos regionais existentes, especialmente, quando se nota os padrões regionais de concentração dos municípios mais (menos) complexos. As regiões metropolitanas de São Paulo e Minas Gerais simbolizam grandes epicentros de complexidade, bem como os municípios de maiores portes e dinâmicas econômicas mais vigorosas, cujas diversidades e *capabilities* conseguem transbordar espacialmente.

Diante desses indícios de dependência espacial nas regiões em análise, a segunda abordagem de investigação procedeu a aferição do I de Moran e do *Local Indicator of Spatial Association* (LISA) para testar a existência de dependência espacial e a ocorrência da formação de *clusters* de complexidade no espaço. As estatísticas espaciais (I de Moran) indicaram autocorrelação espacial positiva entre os Índices de Complexidade Econômica (ECI) dos municípios paulistas e mineiros em 2019. Os diagramas de dispersão I de Moran revelaram estatísticas positivas (0,494 para São Paulo e 0,247 para Minas Gerais), indicando um padrão

de associação espacial no qual municípios com indicadores semelhantes de complexidade das atividades podem estar relacionados por proximidade espacial.

Ainda nessa perspectiva, o indicador LISA demonstrou como são formados os *clusters* de complexidade nos municípios de São Paulo e Minas Gerais. Os resultados para o processo de disseminação e aglomeração da complexidade entre os municípios dos dois estados despertam atenção para as distintas concentrações exibidas, de maneira que os *clusters* dos municípios paulistas são mais concentrados e com ligações mais robustas, ao passo que os *clusters* dos municípios mineiros são mais dispersos. A partir dessa diferença regional, é possível inferir que o tipo de produto e atividades exercidas são fatores fundamentais para o processo de aglomeração da complexidade, visto que a configuração produtiva do estado paulista é fortemente baseada em atividades com maior grau de sofisticação e intensidade tecnológica, cujas evidências apontam possuírem significativos adensamentos e probabilidades de fomento em setores similares.

Em contraposição, o estado mineiro é pautado em atividades baseadas em recursos naturais. Nessa linha, tal como assinalado nos resultados empíricos do segundo ensaio dessa tese, permanecer com uma significativa concentração em recursos naturais na composição exportadora, bem como um forte direcionamento produtivo intensificando a dependência em recursos naturais, obstaculizam a sofisticação e exercem efeitos limitantes e desfavoráveis para uma transição benéfica em direção a se tornar uma economia mais diversificada e não ubíqua. Do ponto de vista do beneficiamento regional, uma estrutura produtiva concentrada em recursos naturais e de baixa intensidade tecnológica tem maior dificuldade em proporcionar os efeitos positivos de transbordamento da complexidade. Assim, a possibilidade de gerar encadeamentos setoriais (de maiores extensões) é inferior. A especificidade regional e a dotação de fatores com vantagens comparativas (que limitam a diversificação) podem ajudar a explicar esse efeito de propagação mais limitado.

Confirmada a dependência espacial, a terceira abordagem do ensaio efetuou estimações de regressões espaciais baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG), cuja finalidade é testar a hipótese principal desse trabalho, em específico, se é verossímil o transbordamento espacial de uma região mais complexa para outras. Os resultados revelaram que o processo de sofisticação da estrutura produtiva possui um componente espacialmente dependente, indicando que as relações de vizinhança são relevantes e não mutuamente isoladas. Deste modo, é possível sinalizar um cenário de causalidade circular (modelo SAR) entre os agentes, tanto para um sentido de prosperidade influenciando a escalada da complexidade, quanto a incidência de *quiescence trap*, considerando que regiões com baixa

sofisticação tendem a se deparar com maiores gargalos para reunir e aplicar de forma eficiente *capabilities*. Em um cenário de *capabilities* restritas ou concentradas em atividades de baixo adensamento, as chances de desenvolver uma nova habilidade e, porventura, gerar um adensamento produtivo com outras capacidades existentes resultando em novos produtos (diversificação) são menos exequíveis.

Nessa compreensão, é admissível sugerir que políticas públicas de incentivo regional têm potencial de oportunizar um impulso de sofisticação. Alguns elementos são basilares nesse processo, de modo que o triunfo do aprimoramento da estrutura produtiva encontra-se em duas frentes de atuação, quais sejam: 1) alavancar *capabilities* locais, ponderando que a essência da diversificação produtiva e da não ubiquidade repousa nas habilidades não comercializáveis (desenvolvidas localmente), o desafio da política pública nesse estágio é evidenciado no estímulo para criação, reunião e, presumivelmente, na realização de *capabilities* em atividades produtivas; 2) identificar as aglomerações de sofisticação, enfatizando que o tipo de produto é relevante, assim, diante desse mapeamento é possível detectar quais regiões, e que tipos de produtos, são mais (menos) pujantes e dinâmicas no transbordamento regional. Logo, a compreensão e identificação da diversidade espacial são condições indispensáveis para o desenho de políticas públicas regionais, especialmente ao considerar, diante dos resultados expostos, que o impulso regional é uma via eficaz na trajetória de aprimoramento da complexidade econômica.

Finalmente, os resultados ajudam a embasar a perspectiva do desenvolvimento regional, isso porque a melhora da complexidade das atividades e produtos guarda uma relação positiva de longo prazo com o crescimento econômico, tal como evidenciado pelos diversos estudos empíricos sobre complexidade econômica. Ademais, a diversificação é uma estratégia eficiente para o desenvolvimento. Nesse sentido, os resultados do trabalho contribuem em duas direções principais. A primeira revela que o êxito em sofisticar a estrutura produtiva de uma localidade não limita os efeitos positivos apenas àquele território. Ser hábil em reunir diversas *capabilities* e transformar em diversificação proporciona uma mudança estrutural com ramificações, portanto, identificar e fomentar potencialidades regionais em localidades, municípios e *clusters*, “epicentros” simboliza uma estratégia qualificada para políticas públicas (em especial, as que envolvam maiores riscos), para cooperação e estímulo a sistemas inovativos, cujos resultados esperados são, notadamente, a expansão de *capabilities non-tradeable* e, por conseguinte, um ciclo virtuoso de sofisticação.

A segunda reflexão dos resultados complementa a anterior, de forma que a natureza da atividade e do produto a ser identificada como potencial e estimulada é relevante para os

propósitos de transbordamentos espaciais. Em vista disso, o conjunto de medidas estruturais que possam beneficiar a diversificação e favorecimento regional estão majoritariamente contidas em atividades com expressiva presença de capital humano qualificado, intensidade tecnológica e outras habilidades. Portanto, o estímulo a essas atividades se mostra mais competente em suscitar diversificação, não ubiquidade (habilidades exclusivas) e transbordamentos regionais.

3.7 Referências

ALMEIDA, E. **Curso de econometria espacial aplicada**. Piracicaba: ESALQ-USP, 2004.

ALMEIDA, E. S. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Editora Alínea, 2012.

ANSELIN, L. **Spatial Econometrics: Methods and Models**. Kluwer Academic Publishers, 1988.

ANSELIN, L.; FLORAX, J. G. M. Small Sample properties of tests for spatial dependence in regression models: some further results. *In*: ANSELIN, L.; FLORAX, R. J.G. M. (ed.). **New Directions in Spatial Econometrics. Advances in Spatial Science**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1995. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-79877-1_2. Acesso em: 19 out. 2022.

BALLAND, P. A.; JARA-FIGUEROA, C.; PETRALIA, S. G.; STEIJN, M. P. A.; RIGBY, D. L.; HIDALGO, C. A. Complex economic activities concentrate in large cities. **Nature Human Behaviour**, [s. l.], 2020. DOI:10.1038/s41562-019-0803-3. Acesso em: 19 jun. 2023.

CORTINOVIS, N; OORT, F.V. Variety, economic growth and knowledge intensity of European regions: a spatial panel analysis. **The Annals of Regional Science**, [s. l.], v. 55, n. 1. p. 7-32, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00168-015-0680-2>. Acesso em: 19 jan. 2023.

COMEXSTAT. [s. l.], versão 2.0, 2023. **Consultas de exportação e importação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 jun. 2023.

COMEXVIS. [s. l.], versão 2.0, 2022. **Consultas de exportação e importação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CRUZ, I; S. **Dependência espacial e convergência local da renda entre os municípios do Nordeste – 2000-2010**. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2013. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/4580/1/ITALO_SPINELLI_CRUZ.pdf. Acesso em: 19 jan. 2023.

CUTRINI, E. Specialization and concentration from a twofold geographical perspective: evidence from Europe. **Regional Studies**, [s. l.], v. 44, n. 3. p. 315-336, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00343400802378743>. Acesso em: 2 mar. 2023.

DATAVIVA. [s. l.], 2022. **Complexidade Econômica**. Disponível em: <http://dataviva.info/pt/rankings/>. Acesso em: 26 set. 2022.

ELHORST, J. P. Dynamic Models in Space and Time. **Research Report 00C16**, University of Groningen, Research Institute SOM (Systems, Organizations and Management), [s. l.], 2000. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/gro/rugsom/00c16.html>. Acesso em: 27 jun. 2023.

ERTUR, C.; LE GALLO, J. An Exploratory Spatial Data Analysis of European Regional Disparities, 1980 – 1995. In: FINGLETON, B. (ed.) **European Regional Growth. Advances in Spatial Science**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-662-07136-6_3. Acesso em: 5 abr. 2023.

FREITAS, E; PAIVA, E. Diversificação e sofisticação das exportações: uma aplicação do product space aos dados do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 79-98, 2015. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/261>. Acesso em: 19 out. 2022.

FRENKEN, K. F. T. Related variety, unrelated variety and regional economic growth. **Reg Studies**, [s. l.], v. 41, p. 685–697, 2007. Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/tafregstd/v_3a41_3ay_3a2007_3ai_3a5_3ap_3a685-697.htm. Acesso em: 19 out. 2022.

GIOVANINI, A.; PEREIRA, W. M.; ALMEIDA, H. J. F. Diversidade produtiva e crescimento econômico: algumas evidências para os municípios brasileiros. **Nova Economia**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 687–717, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6351/6870>. Acesso em: 23 jul. 2023.

GOLGHER, A.B. **Introdução à econometria espacial**. Paco Editorial, 2015.

GRILLITSCH, M.; ASHEIM, B. Place-based innovation policy for industrial diversification in regions, **European Planning Studies**, [s. l.], v. 26, n. 8, p. 1638-1662, 2018. DOI: [10.1080/09654313.2018.1484892](https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1484892) Acesso em: 20 jul. 2023.

HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. The Building Blocks of Economic Complexity. **PNAS**, Cambridge, v. 106, n. 26, p.10.570-10.575, jun. 2009. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0900943106>. Acesso em: 14 abr. 2020.

LESAGE. **Applied Econometrics Using Matlab**. October, 1998.

MORENO, R.; TREHAN, B. Location and the Growth of Nations. **Journal of Economic Growth**, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 399–418, 1997. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40215968>. Acesso em: 14 maio. 2021.

MORAN, P. A test for the serial independence of residuals. **Biometrika**, v. 37, n. 1/2, p. 178-181, jun/1950. Oxford University Press. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2332162>. Acesso em: 19 out. 2022.

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY, **Rankings**, 2020. Disponível em: <https://oec.world/en/rankings/eci/hs6/hs96>. Acesso em: 11 nov. 2022.

VERHEIJ, T., OLIVEIRA, H. Is economic complexity spatially dependent? A spatial analysis of interactions of economic complexity between municipalities in Brazil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [s. l.], v. 16, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.54399/rbgdr.v16i1.5383>. Acesso em: 9 out. 2022.

APÊNDICE C

Tabela C.1 – Índice de Complexidade do Produto, São Paulo (2019)

Atividades mais complexas	PCI	Atividades menos complexas	PCI
Extração de minério de manganês	3,6785	Abate de reses, exceto suínos	-1,1351
Transporte marítimo de longo curso	3,6785	Atividades de organizações associativas profissionais	-1,1361
Bancos de investimento	3,6785	Cultivo de algodão herbáceo e de outras fibras de lavoura temporária	-1,1364
Bancos de desenvolvimento	3,6785	Cultivo de flores e plantas ornamentais	-1,1450
Agências de fomento	3,6785	Distribuição de energia elétrica	-1,1469
Bancos de câmbio e outras instituições de intermediação não-monetária	3,6785	Comércio atacadista de animais vivos, alimentos para animais e matérias-primas agrícolas, exceto café e soja	-1,1474
Holdings de instituições financeiras	3,6785	Fabricação de conservas de frutas	-1,1735
Atividades de intermediários em transações de títulos, valores mobiliários e mercadorias	3,6785	Preparação do leite	-1,1775
Relações exteriores	3,6785	Criação de animais não especificados anteriormente	-1,1873
Segurança e ordem pública	3,6785	Atividades de associações de defesa de direitos sociais	-1,1967
Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais	3,6785	Comércio varejista de produtos farmacêuticos para uso humano e veterinário	-1,2091
Seguros-saúde	3,2371	Fabricação de alimentos para animais	-1,2363
Previdência complementar aberta	3,2371	Aquicultura em água doce	-1,2365
Administração de bolsas e mercados de balcão organizados	3,2371	Comércio varejista especializado de móveis, colchoaria e artigos de iluminação	-1,2643
Administração de cartões de crédito	3,2371	Transporte por navegação interior de carga	-1,2663
Operadoras de televisão por assinatura por satélite	2,8305	Criação de outros animais de grande porte	-1,2768
Justiça	2,8305	Aluguel de máquinas e equipamentos agrícolas sem operador	-1,2934
Banco Central	2,8205	Comércio varejista de gás liquefeito de petróleo (GLP)	-1,2954
Arrendamento mercantil	2,7957	Geração de energia elétrica	-1,2983
Bancos múltiplos, sem carteira comercial	2,6119	Criação de suínos	-1,3059
Extração de minério de ferro	2,4438	Comércio varejista especializado de tecidos e artigos de cama, mesa e banho	-1,3125
Produção de ferro-gusa	2,3890	Extração de pedra, areia e argila	-1,3201
Sociedades de crédito ao microempreendedor	2,3375	Transporte escolar	-1,3305
Transporte aéreo de passageiros regular	2,3296	Desdobramento de madeira	-1,3560
Sociedades de capitalização	2,2684	Comércio varejista de ferragens, madeira e materiais de construção	-1,3626
Extração de minério de metais preciosos	2,1394	Comércio atacadista de hortifrutigranjeiros	-1,3658
Sociedades de crédito, financiamento e investimento - financeiras	2,0019	Comércio varejista de produtos de padaria, laticínio, doces, balas e semelhantes	-1,3715
Fabricação de caminhões e ônibus	1,9853	Aquicultura em água salgada e salobra	-1,3817
Extração de minerais metálicos não-ferrosos não especificados anteriormente	1,9742	Comércio varejista de carnes e pescados - açougues e peixarias	-1,3880
Previdência complementar fechada	1,9358	Atividades de serviços pessoais não especificadas anteriormente	-1,3888
Resseguros	1,9082	Transporte por navegação de travessia	-1,3895
Transporte metroferroviário de passageiros	1,8923	Fabricação de açúcar em bruto	-1,4209
Regulação das atividades econômicas	1,8387	Atividades de apoio à produção florestal	-1,4872
Transporte aéreo de passageiros não-regular	1,7926	Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas	-1,4880
Extração e refino de sal marinho e sal-gema	1,7799	Produção florestal - florestas nativas	-1,4893
Consultoria em tecnologia da informação	1,7397	Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores	-1,5291
Outras atividades de serviços financeiros não especificadas anteriormente	1,6755	Fabricação de farinha de mandioca e derivados	-1,5494
Transporte marítimo de cabotagem	1,6695	Extração de carvão mineral	-1,5598
Transporte ferroviário de carga	1,6643	Cartórios	-1,56691
Atividades de administração de fundos por contrato ou comissão	1,6640	Atividades de apoio à pecuária	-1,5866

Programadoras e atividades relacionadas à televisão por assinatura	1,6128	Fabricação de laticínios	-1,5995
Seguros não-vida	1,4818	Fabricação de álcool	-1,6079
Distribuição cinematográfica, de vídeo e de programas de televisão	1,4742	Horticultura	-1,6086
Edição integrada à impressão de revistas	1,4652	Cultivo de oleaginosas de lavoura temporária, exceto soja	-1,6100
Caça e serviços relacionados	1,4582	Criação de aves	-1,6301
Fabricação de catalisadores	1,4427	Produção de sementes certificadas	-1,6420
Telecomunicações por satélite	1,4319	Captação, tratamento e distribuição de água	-1,6432
Fabricação de produtos petroquímicos básicos	1,4239	Comércio atacadista de soja	-1,6698
Comércio atacadista de máquinas, aparelhos e equipamentos para uso odonto-médico-hospitalar	1,3548	Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - minimercados, mercearias e armazéns	-1,7462
Metalurgia do cobre	1,3311	Cultivo de plantas de lavoura permanente não especificadas anteriormente	-1,8398
Avaliação de riscos e perdas	1,2773	Atividades de organizações religiosas	-1,8584
Fabricação de cronômetros e relógios	1,2440	Cultivo de café	-1,8764
Extração de petróleo e gás natural	1,2090	Cultivo de cereais	-1,9464
Atividades de teleatendimento	1,2044	Administração pública em geral	-1,9803
Atividades de transporte de valores	1,2011	Cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva	-2,0159
Administração de consórcios para aquisição de bens e direitos	1,1996	Atividades de apoio à agricultura	-2,0177
Crédito imobiliário	1,1909	Cultivo de laranja	-2,0184
Telecomunicações sem fio	1,184	Cultivo de cana-de-açúcar	-2,0188
Impressão de material de segurança	1,1783	Cultivo de plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente	-2,0199
Securitização de créditos	1,1596	Produção florestal - florestas plantadas	-2,0306
Metalurgia dos metais preciosos	1,1087	Cultivo de soja	-2,0514
Desenvolvimento de programas de computador sob encomenda	1,1073	Criação de bovinos	-2,0871
Fabricação de aparelhos telefônicos e de outros equipamentos de comunicação	1,0911	Atividades de Correio	-2,1378

Fonte: Elaboração própria

Tabela C.2 – Índice de Complexidade do Produto, Minas Gerais (2019)

Atividades mais complexas	PCI	Atividades menos complexas	PCI
Fabricação de intermediários para plastificantes, resinas e fibras	2,6541	Horticultura	-1,7349
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	2,6541	Fabricação de laticínios	-1,7426
Metalurgia dos metais preciosos	2,5784	Extração de minério de manganês	-1,7694
Fabricação de compressores	2,5784	Extração de pedra, areia e argila	-1,771
Transporte metroferroviário de passageiros	2,5784	Atividades de apoio à produção florestal	-1,7715
Transporte aéreo de passageiros não-regular	2,5784	Fabricação de açúcar refinado	-1,7782
Atividades auxiliares dos transportes aquaviários não especificadas anteriormente	2,5784	Cultivo de café	-1,7834
Operadoras de televisão por assinatura por satélite	2,5784	Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores	-1,8036
Banco Central	2,5784	Comércio varejista de ferragens, madeira e materiais de construção	-1,812
Bancos de investimento	2,5784	Crédito cooperativo	-1,8637
Bancos de desenvolvimento	2,5784	Cultivo de cereais	-1,908
Sociedades de capitalização	2,5784	Comércio varejista de produtos farmacêuticos para uso humano e veterinário	-1,9165
Securitização de créditos	2,5784	Cultivo de plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente	-1,9258
Segurança e ordem pública	2,5784	Atividades de apoio à agricultura	-1,948
Fabricação de cronômetros e relógios	2,4614	Comércio varejista especializado de móveis, colchoaria e artigos de iluminação	-2,0204
Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos, exceto para veículos automotores	2,4614	Atividades de apoio à pecuária	-2,0373
Atividades de investigação particular	2,4168	Transporte por navegação de travessia	-2,0409
Bancos múltiplos, sem carteira comercial	2,4134	Cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva	-2,05
Atividades de agenciamento marítimo	2,2931	Transporte por navegação interior de passageiros em linhas regulares	-2,118
Fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar	2,2552	Produção florestal - florestas plantadas	-2,1724
Fabricação de tratores agrícolas	2,2552	Comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios - minimercados, mercearias e armazéns	-2,1966
Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias de celulose, papel e papelão e artefatos	2,2552	Criação de bovinos	-2,2467
Gestão de redes de esgoto	2,2429	Administração pública em geral	-2,2927
Holdings de instituições financeiras	2,1718	Atividades de organizações religiosas	-2,2988
Administração de bolsas e mercados de balcão organizados	2,1718	Atividades de organizações sindicais	-2,3497
Previdência complementar aberta	2,0837	Atividades de Correio	-2,4988
Fabricação de peças e acessórios para o sistema de freios de veículos automotores	2,0406	Atividades funerárias e serviços relacionados	-1,5607
Fabricação de peças e acessórios para os sistemas de marcha e transmissão de veículos automotores	1,9408	Atividades de publicidade não especificadas anteriormente	-1,5887
Fabricação de locomotivas, vagões e outros materiais rodantes	1,9407	Bancos múltiplos, com carteira comercial	-1,5905
Fabricação de cartolina e papel-cartão	1,9075	Transporte escolar	-1,6197
Produção de gás	1,9013	Cultivo de soja	-1,6684
Fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias do vestuário, do couro e de calçados	1,8979	Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas)	-1,6698
Fabricação de caminhões e ônibus	1,7668	Cartórios	-1,6753

Fonte: Elaboração própria.

Figura C.1 – Mapa de Contiguidade do tipo QUEEN, São Paulo (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

Figura C.2 – Mapa de Continuidade do tipo QUEEN, Minas Gerais (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

Figura C.3 – Mapa de Conectividade Espacial, São Paulo (2019)



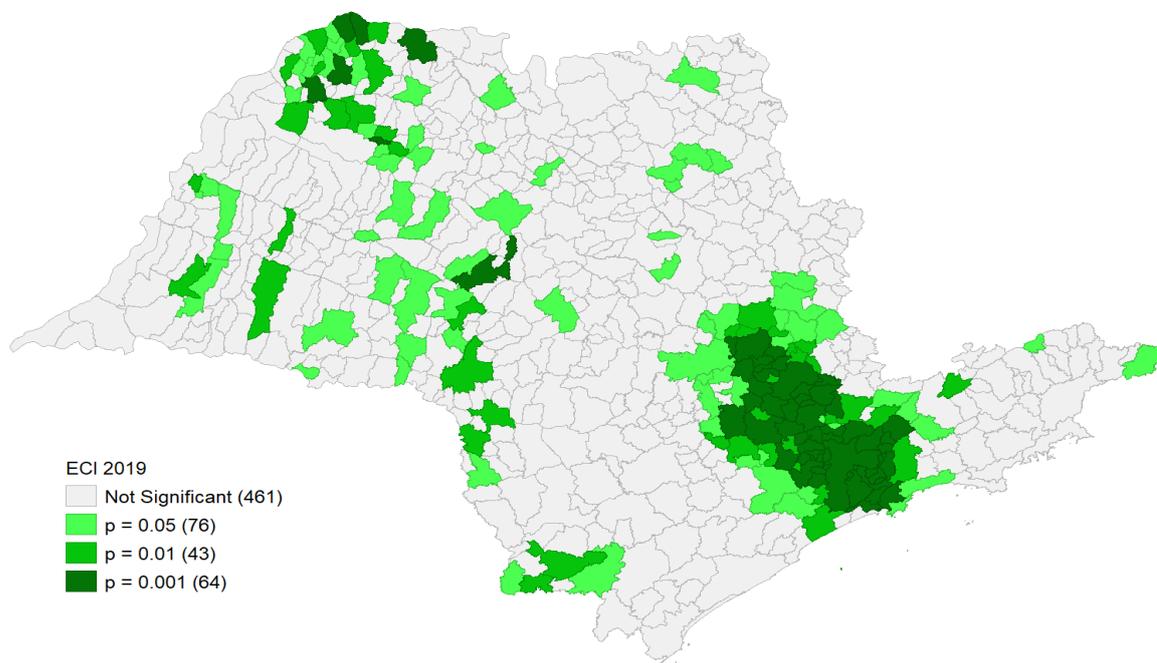
Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

Figura C.4 – Mapa de Conectividade Espacial Minas Gerais



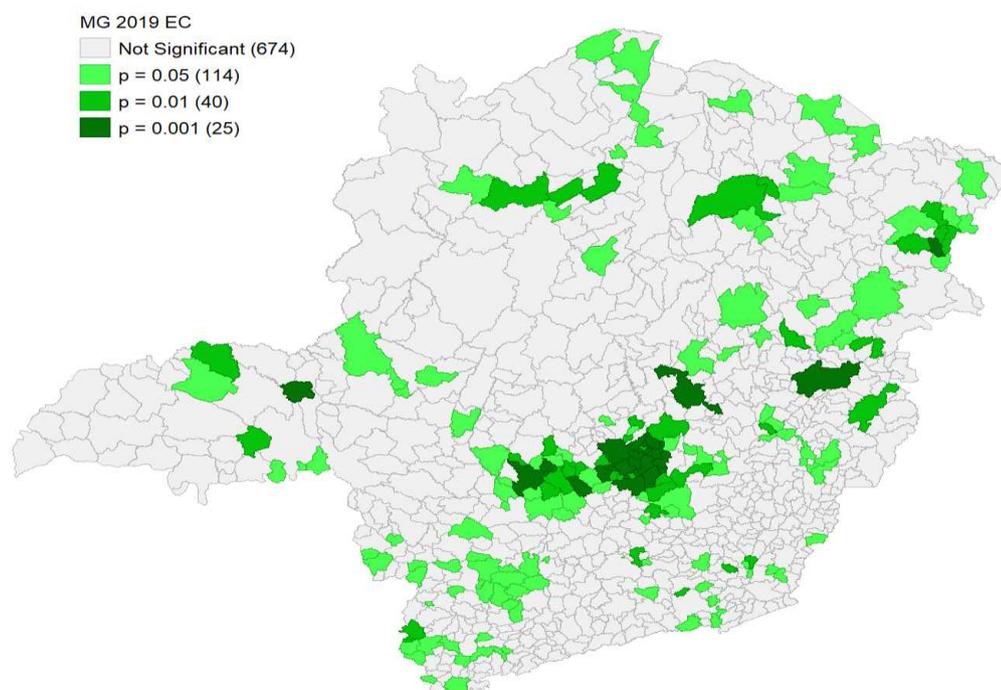
Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

Figura C.5 – Mapa de Significância, São Paulo (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

Figura C.6 – Mapa de Significância, Minas Gerais (2019)



Fonte: Elaboração própria a partir dos softwares QGIS 3.28 e GEODA.

CONCLUSÃO

O debate acerca da necessidade de desenvolver setores e atividades estratégicas tem avançado muito nos últimos tempos, visto os numerosos instrumentos empíricos, fundamentados em tradicionais abordagens teóricas, que apontam insistentemente para uma realidade imperativa, na qual estruturas produtivas balizadas predominantemente em vantagens comparativas, sobretudo, em dotação e abundância de recursos naturais, dificilmente conseguem atingir estágios avançados de desenvolvimento econômico.

A abordagem da Complexidade Econômica surge e robustece a argumentação dos estudiosos da relevância do padrão de especialização da estrutura produtiva e exportadora. Com forte capacidade instrumental e hábil disseminação entre diversas ramificações que exploram a temática, a ênfase no desenvolvimento de habilidades locais (*capabilities non-tradeable*) preconiza duas facetas determinantes (diversificação e não ubiquidade) que podem diferenciar uma nação (região) que tende a crescer e fortalecer seu ecossistema produtivo, de uma localidade presa em um ciclo de deterioração da sofisticação (*quiescence trap*) em favor de atividades de baixo transbordamento e ineficientes em gerar ligações produtivas no *product space*, ao passo que se torna dependente de todos os problemas estruturais associados a uma armadilha de baixa complexidade. A escalada no desenvolvimento está vinculada à capacidade em reunir e fomentar múltiplas *capabilities*, que serão eventualmente bonificadas como diversificação para estrutura produtiva e, no melhor dos cenários, aquisição de *skills* exclusivas (não ubiquidade) proporcionando lideranças setoriais e tecnológicas.

Dentro das possibilidades de abordagem, uma das diretrizes de contribuição apresenta-se em identificar quais os possíveis fatores determinantes que contribuem e/ou obstaculizam o processo de sofisticação de uma economia, enfatizando as experiências e peculiaridades que as economias intensivas em recursos naturais enfrentam. Sobre esse arcabouço, a tese se dedicou a investigar empiricamente elementos apontados como determinantes/estruturantes de um contexto de aprimoramento da estrutura produtiva. Destarte, os resultados acrescentam novas evidências empíricas à literatura sobre especialização produtiva e mudança estrutural, bem como servem de sustentação técnica (acadêmica) para o fomento de estratégias e políticas públicas (focalizadas e universais) ao estímulo da sofisticação produtiva.

Diante desse prospecto, a tese foi estruturada em três ensaios, cujas propostas fundamentavam-se em esclarecer aspectos determinantes que favorecem e/ou atravancam a complexidade econômica em economias intensivas em recursos naturais. Com essa proposta em mente, a tese percorreu três problemáticas principais, dando ênfase em cada investigação

empírica aos efeitos sobre a sofisticação produtiva em economias baseadas em recursos naturais, bem como destacando as características do padrão de especialização, os elementos estruturais e as relações espaciais. Portanto, tomou-se como caminho de análise: i) os efeitos dos canais condicionantes de uma estrutura produtiva e exportadora baseada em recursos naturais sobre a complexidade econômica (em perspectiva global); ii) a concentração das exportações em recursos naturais como possíveis obstáculos de sofisticação produtiva (em perspectiva nacional); e, iii) as interações de proximidade espacial da sofisticação produtiva (em perspectiva subnacional).

O primeiro ensaio focou em reunir elementos congruentes na literatura da Maldição dos Recursos Naturais (MRN) e da Complexidade Econômica. Foi abordado, num contexto de longo prazo, características condicionantes da estrutura produtiva e do padrão de especialização em países com diferentes desempenhos e arranjos exportadores no tocante a sofisticação do tecido produtivo. O tratamento instrumental da Complexidade Econômica foi utilizado como *proxy* do desenvolvimento das capacidades locais que resultam em diversificação e sofisticação da estrutura produtiva e exportadora em um contexto de convergência de crescimento econômico de longo prazo. A instabilidade (volatilidade) cambial e a qualidade das instituições foram testadas como canais obstruentes da sofisticação, no bojo da Maldição dos Recursos Naturais (MRN), a qual pressupõe uma relação negativa entre a especialização em recursos naturais e o crescimento econômico de longo prazo.

Posto isto, foi empregada uma análise de cointegração para dados em painel (PMG) estruturados em uma amostra de 54 países, com distintos níveis de desenvolvimento econômico, no período de 1995 a 2018. O procedimento econométrico percorreu a investigação dos efeitos da volatilidade da taxa de câmbio real efetiva e da qualidade institucional sobre o grau de complexidade econômica que um país consegue atingir.

Os resultados indicaram a influência que os dois canais testados exercem sobre a complexidade econômica dos países, em especial, naqueles com predominância exportadora de produtos primários e manufaturas baseados em recursos naturais. A volatilidade da taxa de câmbio real, aplicada como medida de instabilidade, exibiu um comportamento restritivo à diversificação produtiva em países que precisam lidar com a instabilidade cambial. Particularmente isso se agrava em economias intensivas em recursos naturais, cuja dinâmica de longo prazo exhibe forte sensibilidade as variações cambiais, tal como previsto pela MRN. Em adição, a qualidade institucional expressou relação positiva com a complexidade econômica, indicando que instituições mais eficientes, mais críveis e com menor grau de captura, podem ser mais ativas em estabelecer medidas e diretrizes para lidar com os efeitos da instabilidade e

predispor um ambiente próspero à diversificação e sofisticação produtiva. Presume-se que boas instituições disponham de mecanismos e instrumentos eficazes para que atividades e *skills* internas possam ser estimuladas e convertidas em uma estrutura produtiva mais complexa, de modo a usufruir no longo prazo de seus efeitos favoráveis ao crescimento econômico. No que tange às economias intensivas em recursos naturais, quando ambos os canais são ineficientemente controlados, existe uma forte pré-disposição em favorecer a concentração produtiva nas atividades pautadas em vantagens comparativas, resultando em fortalecimento da especialização regressiva em recursos naturais em detrimento da diversificação em atividades de conteúdo tecnológico e ligações mais robustas no *product space*.

O segundo ensaio buscou avaliar os fatores determinantes/estruturais da sofisticação produtiva no Brasil, via dinâmica da complexidade econômica nos estados, considerando que a característica produtiva e exportadora do país é especializada em recursos naturais. De modo similar ao primeiro ensaio, foi adotada uma análise de cointegração para dados em painel (PMG) com as 27 unidades federativas do Brasil, no período de 2002 a 2017, com a finalidade de investigar se a sofisticação produtiva e os fatores estruturais (infraestrutura, capital humano, diversidade produtiva, renda, abertura comercial) exibem relações de longo prazo.

Os resultados obtidos sugerem que existem duas direções de enfrentamento a serem perseguidas. A primeira, relacionada ao forte direcionamento e especialização produtiva em recursos naturais, manufaturas baseadas em recursos naturais e a indústria de baixa intensidade tecnológica, 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 de longo prazo. A segunda frente remete aos fatores estruturais (infraestrutura, capital humano, diversidade produtiva, renda, abertura comercial), cujos aperfeiçoamentos são essenciais para desenvolver, reunir, complementar e aplicar de forma efetiva *capabilities*. Mudanças e aprimoramentos em aspectos estruturais demandam tempo, acúmulo de conhecimento e de esforços, investimentos vultosos, dentre outras condições.

O terceiro ensaio se pautou na necessidade de compreender os efeitos das relações espaciais e os transbordamentos possíveis entre regiões mais complexas e suas vizinhanças, partindo do pressuposto de que as habilidades locais desenvolvidas tendem a possuir efeitos mais significativos em regiões próximas (economias de aglomeração) do que em regiões

distantes. Para esse propósito, o ensaio assumiu uma abordagem empírica amparada por três contribuições: i) o cálculo do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para todos os municípios de São Paulo e Minas Gerais, possibilitando a visualização espacial da complexidade nos territórios; ii) a instrumentalização do *Local Indicator of Spatial Association* (LISA) para compreensão da formação espacial de *clusters* de complexidade no espaço; e, iii) a estimação de regressões espaciais baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG), com a finalidade de testar a viabilidade de disseminação espacial de uma região mais complexa para outras.

Os resultados indicaram a validade da hipótese de um comportamento não desprezível das relações de dependência espacial da complexidade das atividades. As evidências encontradas na construção do Indicador de Complexidade Econômica (ECI) para os municípios de São Paulo e Minas Gerais, no ano de 2019, expressaram efeitos regionais existentes, em especial, quando se nota os padrões regionais de concentração dos municípios mais (menos) complexos. Confirmando a argumentação teórica de uma forte tendência da concentração regional das atividades mais complexas, as regiões metropolitanas de São Paulo e Minas Gerais simbolizam grandes epicentros de complexidade, bem como os municípios de maiores portes e dinâmicas econômicas mais vigorosas, cujas diversidades e *capabilities* conseguem transbordar espacialmente.

Outrossim, as medidas espaciais e a abordagem econométrica ponderada pela matriz espacial de contiguidade aplicada na pesquisa ratificam a hipótese de dependência espacial. As estimações de regressões espaciais baseadas em Modelos de Dependência Espacial de Alcance Global (MEAG), cuja finalidade encontrava-se em testar a hipótese de transbordamento espacial de uma região mais complexa para outras geograficamente próximas, revelaram que o processo de sofisticação da estrutura produtiva possui um componente espacialmente dependente, indicando que as relações de vizinhança são relevantes e não mutuamente isoladas. Deste modo, é possível sinalizar um cenário de causalidade circular entre os agentes, tanto para um sentido de prosperidade influenciando a escalada da complexidade, quanto a incidência da *quiescence trap*, considerando que regiões com baixa sofisticação tendem a se deparar com maiores gargalos para reunir e aplicar de forma eficiente *capabilities*. Em um cenário de *capabilities* restritas ou concentradas em atividades de baixo adensamento, as chances de desenvolver uma nova habilidade e, porventura, gerar um adensamento produtivo com outras capacidades existentes resultando em novos produtos (diversificação) se tornam menos exequíveis.

Confirmadas as hipóteses levantadas na tese, os resultados dos três ensaios sugerem algumas considerações importantes que podem ser resumidas em alguns pontos principais:

- i) O tipo de especialização produtiva e exportadora é um fator relevante para o desempenho de longo prazo. Nos três ensaios propostos esse revelou-se como um resultado em comum. Seja em um enquadramento global, nacional ou subnacional, os efeitos estimados para o aprimoramento da complexidade econômica foram negativos, indicando que países e regiões intensivas em recursos naturais apresentam dificuldades em diversificar e reunir *capabilities* para além de suas vantagens comparativas predominantes;
- ii) Mudanças estruturais são um caminho seguro para melhoria da estrutura produtiva no longo prazo. Melhorias em infraestrutura, fomento ao capital humano em seus diversos níveis, investimentos públicos, dentre outras medidas, pavimentam a economia para se tornar hábil naquilo que está na essência da sofisticação (expressos pela diversificação e não ubiquidade), que é o desenvolvimento local de *capabilities*;
- iii) A qualidade das instituições importa, em especial, nas economias que podem estar associadas à *quiescence trap*, cuja armadilha da baixa complexidade simboliza um dos principais obstáculos para as nações/regiões que intentam sofisticar sua estrutura produtiva. Instituições saudáveis (eficientes e capazes de controlar o *rent seeking* e a captura do estado) são agentes econômicos hábeis em impulsionar e romper com o ciclo de baixa complexidade e tendência de concentração produtiva em produtos pouco sofisticados e facilmente reproduzíveis. Portanto, os estágios iniciais da sofisticação podem ser fomentados pela coordenação institucional, que a partir do sucesso de suas medidas transborda positivamente para os demais setores e agentes envolvidos.
- iv) Os esforços para sofisticação não precisam exclusivamente ser baseados em medidas universais visando o território nacional como um todo, mas esforços localizados (regionais) são também efetivos, especialmente, em um cenário de expressiva heterogeneidade (territorial, de renda, cultural, política, potencialidades etc...). A sofisticação das atividades revela ter uma forte capacidade de

transbordamento e *linkages* (territoriais e setoriais), sugerindo que um dos caminhos de aperfeiçoamento da complexidade econômica está na detecção das janelas de oportunidades regionais.

Portanto, a tese contribui à literatura sobre padrão de especialização produtiva, e os resultados aqui alcançados dão suporte à argumentação sobre a necessidade de desenvolver setores e atividades estratégicos, com maiores intensidades tecnológicas e extensa ramificação no *product space*. O espaço de contribuição à literatura é vasto, de modo que os resultados e discussões obtidos não se limitam às proposições aqui pretendidas. Por fim, amplas são possibilidades de expansão e diálogo com outras agendas de pesquisa.

REFÊRENCIAS

- AGOSIN, M. R.; ALVAREZ, R.; BRAVO-ORTEGA, C. Determinants of export diversification around the world: 1962–2000. **The World Economy**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 295-315, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9701.2011.01395.x>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- ALENCAR, J. F. L.; FREITAS, E.; ROMERO, J. P.; BRITTO, G. Complexidade econômica e desenvolvimento: uma análise do caso latinoamericano. **Novos Estudos CEBRAP**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 247-271, 2018.
- ALMEIDA, E. **Curso de econometria espacial aplicada**. Piracicaba: ESALQ-USP, 2004.
- ALMEIDA, E. S. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Editora Alínea, 2012.
- ANDRÉS, L; BILLER, D; DAPPE, M. Infrastructure gap in South Asia: infrastructure needs, prioritization, and financing. **World Bank Policy Research Working Paper**, [s. l.], n. 7032, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10986/20327>. Acesso em: 17 jan. 2023.
- ANSELIN, L. **Spatial Econometrics: Methods and Models**. Kluwer Academic Publishers, 1988.
- ANSELIN, L.; FLORAX, J. G. M. Small Sample properties of tests for spatial dependence in regression models: some further results. In: ANSELIN, L.; FLORAX, R. J.G. M. (ed.). **New Directions in Spatial Econometrics. Advances in Spatial Science**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1995. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-79877-1_2. Acesso em: 19 out. 2022.
- ASTERIOU, D; PILBEAM, K.; PRATIWI, C. E. Public debt and economic growth: panel data evidence for Asian countries. **Journal of Economics and Finance**, [s. l.], v. 45, p. 270–287, 2021. DOI: 10.1007/s12197-020-09515-7. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/spr/jecfin/v45y2021i2d10.1007_s12197-020-09515-7.html. Acesso em: 17 set. 2021.
- AVOM, D.; KAMGUIA, B.; NGAMENI, J. P. Does volatility hinder economic complexity? **Economics Bulletin**, [s. l.], v. 41(3), p. 1187-1202, 2021. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/ebl/ecbull/eb-20-01144.html>. 13 maio. 2020.
- AZAM, S. A cross-country empirical test of cognitive abilities and innovation nexus. International. **Journal of Educational Development**, [s. l.], v. 53, p. 128-136, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0738059316302498?via%3Dihub>. Acesso em: 7 out. 2022.
- BALLAND, P. A.; JARA-FIGUEROA, C.; PETRALIA, S. G.; STEIJN, M. P. A.; RIGBY, D. L.; HIDALGO, C. A. Complex economic activities concentrate in large cities. **Nature Human Behaviour**, [s. l.], 2020. DOI:10.1038/s41562-019-0803-3. Acesso em: 19 jun. 2023.
- BALLAND, Pierre-Alexandre *et al.* The new paradigm of economic complexity. **Research Policy**, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 104450, 2022. Disponível em: <https://iri.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2022->

[01/The%20New%20Paradigm%20of%20Economic%20Complexity.pdf](#). Acesso em: 17 jan. 2023.

BALTAGI, B.H. **Econometric Analysis of Panel Data**. 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 2005. ISBN 0-470-01456-3. Disponível em: <https://library.wbi.ac.id/repository/27.pdf>. Acesso em: 17 maio. 2020.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. Bis, 2021. **Effective exchange rate indices**. Disponível em: <https://www.bis.org/statistics/eer.htm?m=6%7C381%7C676>. Acesso em: 15 maio. 2020.

BOLLERSLEV, T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, **Journal of Econometrics**, North Holland, v. 31, p. 307-327, 1986. Disponível em: http://public.econ.duke.edu/~boller/Published_Papers/joe_86.pdf. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRESSER-PEREIRA, L. C. A Doença Holandesa. *In*: BRESSER-PEREIRA, L. C. **Globalização e Competição**: Por que alguns países emergentes têm sucesso e outros não. Rio de Janeiro: Elsevier, Cap. 5, 2009, p. 141-171.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Reflecting on new developmentalism and classical developmentalism. **Revista de Economia Política**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 237-265, 2016.

CAMARGO, J.; GALA, P. The resource curse reloaded: revisiting the Dutch disease with economic complexity analysis. **Working Paper**, São Paulo School of Economics - Fundação Getúlio Vargas, n. 448, mar. 2017. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/18037/TD%20448%20-%20Jhean_Paulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jul. 2021.

CARVALHO, D. E.; STEIN, A. Q; QUEIROZ, A. R; ROMERO, J. P. Complexidade econômica e crescimento do PIB per capita: uma análise de diferenças em diferenças para os municípios brasileiros, [s. l.], [s. d.]. **Anais do 50º Encontro Nacional de Economia**, Fortaleza, dez. 2022. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2022/submissao/files_I/i6-48bffc83704a76875ec30dfa24758ce2.pdf. Acesso em: 21 dez. 2022.

COMEXSTAT. [s. l.], versão 2.0, 2023. **Consultas de exportação e importação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 jun. 2023.

COMEXVIS. [s. l.], versão 2.0, 2022. **Consultas de exportação e importação**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CORTINOVIS, N; OORT, F.V. Variety, economic growth and knowledge intensity of European regions: a spatial panel analysis. **The Annals of Regional Science**, [s. l.], v. 55, n. 1. p. 7-32, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00168-015-0680-2>. Acesso em: 19 jan. 2023.

CRUZ, I; S. **Dependência espacial e convergência local da renda entre os municípios do Nordeste – 2000-2010**. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2013. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/4580/1/ITALO_SPINELLI_CRUZ.pdf. Acesso em: 19 jan. 2023.

CUTRINI, E. Specialization and concentration from a twofold geographical perspective: evidence from Europe. **Regional Studies**, [s. l.], v. 44, n. 3. p. 315-336, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00343400802378743>. Acesso em: 2 mar. 2023.

DATAVIVA. [s. l.], 2022. **Complexidade Econômica**. Disponível em: <http://dataviva.info/pt/rankings/>. Acesso em: 26 set. 2022.

DING, Xiaodan; HADZI-VASKOV, Metodij. Composition of Trade in Latin America and the Caribbean. **International Monetary Fund Working Paper**, WP/17/42, mar. 2017. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2017/03/09/Composition-of-Trade-in-Latin-America-and-the-Caribbean-44728>. Acesso em: 29 jul. 2022.

EICHENGREEN, B. The real exchange rate and economic growth. **The World Bank, Working Paper**, [s. l.], n. 4, 2008. Disponível em: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2008/09/2008b_bpea_rodrik.pdf. Acesso em: 2 jun. 2020.

ELHORST, J. P. Dynamic Models in Space and Time. **Research Report 00C16**, University of Groningen, Research Institute SOM (Systems, Organizations and Management), [s. l.], 2000. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/gro/rugsom/00c16.html>. Acesso em: 27 jun. 2023.

ENGLE, R. F. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation. **Econometrica**, [s. l.], v. 50, p. 987-1008, 1982. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1912773>. Acesso em: 2 maio. 2020.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. **Econometrica**, [s. l.], v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1913236>. Acesso em: 2 maio. 2020.

ERKAN, B.; YILDIRIMCI, E. Economic complexity and export competitiveness: the case of Turkey. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 195, n. 3, p. 524-533, jul. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815037416>. Acesso em: 26 set. 2022.

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

ERTUR, C.; LE GALLO, J. An Exploratory Spatial Data Analysis of European Regional Disparities, 1980 – 1995. In: FINGLETON, B. (ed.) **European Regional Growth. Advances in Spatial Science**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-662-07136-6_3. Acesso em: 5 abr. 2023.

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

FRANKEL, J. **The natural resource curse: a survey**. NBER Working Paper, [s. l.], mar., 2010. Disponível em: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w15836/w15836.pdf. Acesso em: 9 out. 2020.

FREITAS, E; PAIVA, E. Diversificação e sofisticação das exportações: uma aplicação do product space aos dados do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 79-98, 2015. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/261>. Acesso em: 19 out. 2022.

FRENKEN, K. F. T. Related variety, unrelated variety and regional economic growth. **Reg Studies**, [s. l.], v. 41, p. 685–697, 2007. Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/tafregstd/v_3a41_3ay_3a2007_3ai_3a5_3ap_3a685-697.htm. Acesso em: 19 out. 2022.

GABRIEL, L.F.; MISSIO, F. Real Exchange Rate and Economic Complexity in a North-South Structuralist Bopg Model. **PSL Quarterly Review**, Brasília, v. 71, n. 287, p. 439-465, dez., 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/55015/2/Real%20exchange%20rate%20and%20economic%20complexity%20in%20a%20North-South%20structuralist%20BoPG%20model.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

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**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 219-236, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-31572018v38n02a01>. Acesso em: 12 maio. 2022.

GIOVANINI, A.; PEREIRA, W. M.; ALMEIDA, H. J. F. Diversidade produtiva e crescimento econômico: algumas evidências para os municípios brasileiros. **Nova Economia**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 687–717, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6351/6870>. Acesso em: 23 jul. 2023.

GOLGHER, A.B. **Introdução à econometria espacial**. Paco Editorial, 2015.

GRILLITSCH, M.; ASHEIM, B. Place-based innovation policy for industrial diversification in regions, **European Planning Studies**, [s. l.], v. 26, n. 8, p. 1638-1662, 2018. DOI: [10.1080/09654313.2018.1484892](https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1484892). Acesso em: 20 jul. 2023.

HARTMANN, D.; GUEVARA, M. R.; JARA-FIGUEROA, C.; ARISTARÁN, M.; HIDALGO, C. A. Linking economic complexity, institutions, and income inequality. **World Development**, [s. l.], v. 93, p. 75-93, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.020> Acesso em: 14 abr. 2020.

HAUSMANN, R.; BAILEY, K. The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage. **CID Working Paper Series**, Harvard University, n. 146, abr. 2007. Disponível em: <https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/42482358/146.pdf?sequence=1>. Acesso em: 9 out. 2022.

HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. What you export matters. **Journal of Economic Growth**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 1 -25, 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10887-006-9009-4>. Acesso em: 14 abr. 2020.

HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, César. Country diversification, product ubiquity, and economic divergence. **HKS Faculty Research Working Paper Series RWP10-045**, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2010. Disponível em: <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:4554740>. Acesso em: 15 set. 2022.

- HIDALGO, C. A. Economic complexity theory and applications. **Nature Reviews Physics**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 92-113, 2021. Disponível em: <https://oec.world/pdf/economic-complexity-theory-and-applications.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. The Building Blocks of Economic Complexity. **PNAS**, Cambridge, v. 106, n. 26, p.10.570-10.575, jun. 2009. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0900943106>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- HIDALGO, C. A.; KLINGER, B.; BARABÁSI, A.L.; HAUSMANN, R. The Product Space Conditions the Development of Nations. **Science**, [s. l.], v. 317, p. 482–487, 2007. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1144581>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- HOOY, C.; BAHARUMSHAH, A. Z.; BROOKS, R. D. The Effect of Exchange Rate Volatility on the Nexus of Technology Sophistication and Trade Fragmentation of ASEAN5 Exports to China. **Journal of Asia-Pacific Business**, [s. l.], 17:3, p. 206-228, 2016. DOI: 10.1080/10599231.2016.1203717. Disponível em: <https://research.monash.edu/en/publications/the-effect-of-exchange-rate-volatility-on-the-nexus-of-technology>. Acesso em: 14 jun. 2020.
- IM, K. S.; PESARAN M. H.; SHIN, Y. Testing for unit roots in heterogeneous panels. **Journal of Econometrics**, [s. l.], 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). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304407603000927?via%3Dihub>. Acesso em: 8 ago. 2020.
- JOHANSEN, S. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. **Econometrica**, [s. l.], v. 59, n. 6, p. 1551-1580, 1991. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2938278>. Acesso em: 8 ago. 2020.
- JUN, B.; ALSHAMSI, A.; GAO, J. *et al.* Bilateral relatedness: knowledge diffusion and the evolution of bilateral trade. **Journal of Evolutionary Economics**, [s. l.], v. 30, p. 247–277, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00191-019-00638-7>. Acesso em: 3 fev. 2021.
- KALDOR, N. A Model of Economic Growth. **The Economic Journal**, v. 67, n. 268, dez. 1957. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2227704>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- KRUGMAN, P. **A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income**. Rethinking International Trade. 1a. ed. Cambridge: The MIT Press, p. 139-151, 1994.
- LAB, Harvard Growth, [s. l.], atlas 9.1, 2022. **Atlas da Complexidade**. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/rankings>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- LALL, S. The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998. **QEH Working Paper Series**, [s. l.], n. 44, jun. 2000. Disponível em: <http://workingpapers.qeh.ox.ac.uk/RePEc/qeh/qehwps/qehwps44.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2020.
- LAPATINAS, A. The effect of the Internet on economic sophistication: An empirical analysis. **Economics Letters**, [s. l.], v. 174, p. 35-38, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.013>. Acesso em: 17 abr. 2022.

LAPATINAS, A.; LITINA, A. Intelligence and economic sophistication, **Empirical Economics**, Springer, v. 57, n. 5, p. 1731-1750, nov. 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00181-018-1511-y>. Acesso em: 17 abr. 2022.

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. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532018000100015. Acesso em: 13 maio. 2022.

LAVERDE-ROJAS, H; CORREA, J. Can scientific productivity impact the economic complexity of countries? **Scientometrics**, [s. l.], v. 120, n. 1, p. 267-282, 2019. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/spr/scient/v120y2019i1d10.1007_s11192-019-03118-8.html. Acesso em: 13 maio. 2022.

LÉLIS, M.T.; STEFFEN, N. F.; FRANKE, L.; CUNHA, A. M. O Comércio Intraindustrial e a Complexidade Econômica. **Anais do 45º Encontro Nacional de Economia**, [s. l.], dez. 2019. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2019/submissao/files_I/i7-6e5d0e86c4108aad973422cbc6fcb7f.pdf. Acesso em: 13 maio. 2022.

LESAGE. **Applied Econometrics Using Matlab**. October, 1998.

LEVIN A.; LIN C.; CHU C. J. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. **Journal of Econometrics**, [s. l.], v. 108, n. 1, p. 1-24, 2002. Disponível em: https://homepage.ntu.edu.tw/~ntuperc/docs/publication/2002_25_Lin.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.

LYUBIMOV, I. L.; OSPANOVA, A. G. How to make an economy more complex? The determinants of complexity in historical perspective. **Voprosy Ekonomiki**, [s. l.], v. 2, 2019. DOI:10.32609/0042-8736-2019-2-36-53. Acesso em: 13 maio. 2022.

MEHLUM, H.; MOENE, K.; TORVIK. R. Institutions and the resource curse. **The Economic Journal**, [s. l.], n. 116, p. 1-20, 2006. Disponível em: <https://academic.oup.com/ej/article-abstract/116/508/1/5089390>. Acesso em: 15 abr. 2020.

MORAN, P. A test for the serial independence of residuals. **Biometrika**, v. 37, n. 1/2, p. 178-181, jun/1950. Oxford University Press. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2332162>. Acesso em: 19 out. 2022.

MORENO, R.; TREHAN, B. Location and the Growth of Nations. **Journal of Economic Growth**, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 399-418, 1997. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40215968>. Acesso em: 14 maio. 2021.

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY, **Rankings**, 2020. Disponível em: <https://oec.world/en/rankings/eci/hs6/hs96>. Acesso em: 11 nov. 2022.

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY, **Rankings**, 2022. Disponível em: <https://oec.world/en/rankings/eci/hs6/hs96>. Acesso em: 11 nov. 2022.

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY. **Methods**. 2021. Disponível em: <https://oec.world/en/resources/methods>. Acesso em: 14 maio 2021.

OREIRO J. L.; MANARIN D'AGOSTINI, L. L.; GALA, P. Deindustrialization, economic complexity and exchange rate overvaluation: the case of Brazil (1998-2017). **PSL Quarterly Review**, [s. l.], v. 73, n. 295, p. 313-341, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.13133/2037-3643_73.295_3. Acesso em: 25 nov. 2020.

OREIRO, J. L.; FEIJÓ, C. A. Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro. **Revista de Economia Política**, [s. l.], v. 30, n. 2, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31572010000200003>. Acesso em: 25 nov. 2020.

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**, [s. l.], v. 75, n. 300, 2022. Disponível em: https://rosa.uniroma1.it/rosa04/psl_quarterly_review/article/view/17505. Acesso em: 15 maio. 2022.

PEDRONI, P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, [s. l.], v. 61, n. 1, p. 653-670, 1999. Disponível em: <https://web.williams.edu/Economics/wp/pedroncriticalvalues.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

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. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/wil/wileco/2000-03.html>. Acesso em: 17 mar. 2020.

PEREIRA, H. C. I.; MISSIO, F. J. Exchange rate and Structural Change: evidences for Latin America. In: 47° Encontro Nacional de Economia, 2019, São Paulo. **Anais do 47° Encontro Nacional de Economia**, dez. 2019.

PESARAN, M. H. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. **Journal Applied Econometrics**, [s. l.], v. 22, p. 265-312, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jae.951>. Acesso em: 17 mar. 2020.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y. An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. **Econometrics and Economic Theory in the 20th Century**, Cambridge, p. 371-413, 1999. Disponível em: <https://pure.york.ac.uk/portal/en/publications/an-autoregressive-distributed-lag-modelling-approach-to-cointegra>. Acesso em: 19 mar. 2020.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. J. Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. **Journal of Applied Econometrics**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 289-326, 2001. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2678547>. Acesso em: 19 mar. 2020.

PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. P. Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. **Journal of the American Statistical Association**, [s. l.], v. 94, n. 446, p. 621-634, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2670182>. Acesso em: 19 mar. 2020.

RAZIN, O.; COLLINS, S. M. Real exchange rate misalignments and growth. **NBER Working Paper Series 6174**, Cambridge, set. 1997. DOI: 10.3386/w6174. Acesso em: 9 set. 2020.

ROBINSON, J. A.; TORVIK, R.; VERDIER, T. Political foundations of the resource curse. **Journal of Development Economics**, Cambridge, v. 79, n. 2, p. 447-468, 2006. Disponível em: https://scholar.harvard.edu/files/jrobinson/files/jr_polfoundations.pdf. Acesso em: 9 set. 2020.

RODRIK, D. Growth After the Crisis. **World Bank Working Paper**, Washington, n. 65, maio 2009. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/527211468341071399/pdf/577640NWP0Box353767B01PUBLIC10gcwp065web.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

ROMERO, J. P.; FREITAS, E; SILVEIRA, F; BRITTO, G; CIMINI, F; JAYME, F. G. Economic complexity and regional economic development: evidence from Brazil. **Anais do 50º Encontro Nacional de Economia**, [s. l.], dez. 2022. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2022/submissao/files_I/i6-8e99fe035d8a28bf0ddb7209a2436f25.pdf. Acesso em: 9 jan. 2023.

SACHS, J. D.; WARNER, A. M. Natural resource abundance and economic growth. **NBER Working Paper 5398**, [s. l.], dez. 1995. DOI: 10.3386/w5398.

SACHS, J. D.; WARNER, A. M. **Natural Resource Abundance and Economic Growth**. Center for International Development and Harvard Institute for International Development. Harvard University, Cambridge, nov. 1997. Disponível em: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w5398/w5398.pdf. Acesso em: 25 abr. 2020.

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**, v. 17, p. 33-62, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rbi.v17i1.8650857>. Acesso em: 9 jan. 2023.

TANG, H. C. Exchange rate volatility and intra-Asia trade: Evidence by type of goods. **The World Economy**, v. 37, n. 2, p. 335–352, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/twec.12095>. Acesso em: 25 mar. 2021.

TAYLOR, S. **Modeling Financial Time Series**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

THIRLWALL, A. P. The Balance of Payments Constraint as an Explanation of International Growth Rate Differences. **Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 45-53, 1979. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/psl/bnlaqr/197901.html>. Acesso em: 15 abr. 2020.

THORBECKE, W. The Effect of Exchange Rate Volatility on Fragmentation in East Asia: Evidence from the Electronics Industry. **Journal of the Japanese and International Economies**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 535 – 44, 2008. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/jjieco/v22y2008i4p535-544.html>. Acesso em: 5 fev. 2021.

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. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3353337-A-economia-do-saneamento-basico-1.html>. Acesso em: 13 nov. 2022.

VAN DER PLOEG, F. Natural resources: curse or blessing? **Journal of Economic Literature**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 366-420, 2011. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.49.2.366>. Acesso em: 3 maio. 2020.

VERHEIJ, T., OLIVEIRA, H. Is economic complexity spatially dependent? A spatial analysis of interactions of economic complexity between municipalities in Brazil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [s. l.], v. 16, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.54399/rbgdr.v16i1.5383>. Acesso em: 9 out. 2022.

VIEIRA, F. V.; DAMASCENO. A. Desalinhamento cambial, Volatilidade cambial e Crescimento Econômico: Uma Análise para a Economia Brasileira (1995-2011). **Revista de Economia Política**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 704–725, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-31572016v36n04a03>. Acesso em: 19 jun. 2020.

VU, T. V. Does Institutional Quality Foster Economic Complexity? **MPRA Paper**, [s. l.], n. 107912, maio 2021. Disponível em: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/107912/>. Acesso em: 25 jun. 2020.

WORLD BANK. **Databank Worldwide Governance Indicators**. 2021. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/source/worldwide-governance-indicators>. Acesso em: 20 jun. 2021.

YALTA, A. Y.; YALTA, T. Determinants of economic complexity in MENA Countries. **JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 5-16, 2021. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1393809>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ZHU, S.; FU, X.; LAI, M.; XUAN, J. What drives the export sophistication of countries. **J World Econ**, [s. l.], v. 4, p. 28-43, 2010. Disponível em: <https://www.oxfordtmcd.org/publication/what-drives-export-sophistication-countries-shujin-zhu-xiaolan-fu-mingyong-lai-and-ji>. Acesso em: 27 maio. 2020.

ZHU, S; LI, R. Economic complexity, human capital and economic growth: empirical research based on cross country panel data. **Journal Applied Economics**, [s. l.], v. 49, n. 38, p. 3815-3828, 2017. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/taf/applec/v49y2017i38p3815-3828.html>. Acesso em: 2 abr. 2022.