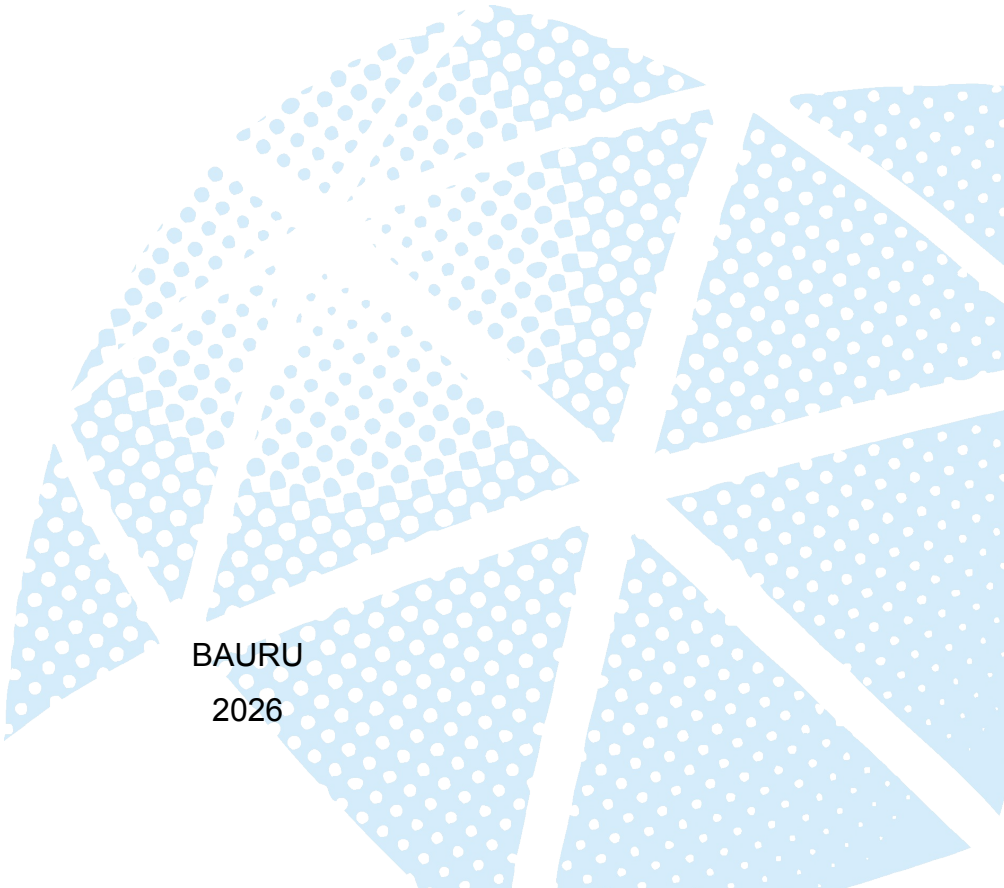
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Faculdade de Engenharia - Campus de Bauru

MANUELLA APARECIDA FELIX DE LIMA

RELAÇÃO ENTRE CULTURA NACIONAL E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, EM UMA PERSPECTIVA DE COMPLEXIDADE ECONÔMICA



BAURU
2026

MANUELLA APARECIDA FELIX DE LIMA

RELAÇÃO ENTRE CULTURA NACIONAL E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, EM UMA PERSPECTIVA DE COMPLEXIDADE ECONÔMICA

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Bauru, para obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas Produtivos

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Crepaldi

Bauru

2026

L732r

Lima, Manuella Aparecida Felix de
Relação entre cultura nacional e desenvolvimento econômico, em uma perspectiva de complexidade econômica / Manuella Aparecida Felix de Lima. -- Bauru, 2026
127 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Bauru
Orientador: Antonio Fernando Crepaldi

1. Cultura nacional. 2. Dimensões de Hofstede. 3. Complexidade econômica. 4. Desenvolvimento econômico. 5. Machine learning. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE MANUELLA APARECIDA FELIX DE LIMA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 26 de agosto de 2026, às 14h30min, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de MANUELLA APARECIDA FELIX DE LIMA, intitulada "RELAÇÃO E INFLUÊNCIA DA CULTURA NACIONAL NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, EM UMA PERSPECTIVA DE COMPLEXIDADE ECONÔMICA". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO CREPALDI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Produção / UNESP / Câmpus de Bauru - FEB, Prof. Dr. ENZO BARBERIO MARIANO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Produção / UNESP / Câmpus de Bauru - FEB, Prof. Dr. FERNANDO BERNARDI DE SOUZA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia de Produção / UNESP / Câmpus de Bauru - FEB, Prof. Dr. MARCELO ANDRADE DA SILVA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Exatas / ESALQ / USP, Prof. Dr. CAMILO RODRIGUES NETO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Modelagem de Sistemas Complexos / EACH / USP, Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final:_ _ _ aprovada _ _ _ _ . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

gov.br Documento assinado digitalmente
ANTONIO FERNANDO CREPALDI
Data: 08/09/2026 15:41:24-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. ANTONIO FERNANDO CREPALDI

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Bauru

PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO

A COMISSÃO EXAMINADORA PROPÕE A ALTERAÇÃO DO TÍTULO DO TRABALHO DA ALUNA **MANUELLA APARECIDA FELIX DE LIMA** DE: **"RELAÇÃO E INFLUÊNCIA DA CULTURA NACIONAL NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, EM UMA PERSPECTIVA DE COMPLEXIDADE ECONÔMICA"**

PARA:

RELAÇÃO ENTRE CULTURA NACIONAL E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, EM UMA PERSPECTIVA DE COMPLEXIDADE ECONÔMICA

Bauru, 26 de agosto de 2026

gov.br Documento assinado digitalmente
ANTONIO FERNANDO CREPALDI
Data: 14/10/2026 09:44:48-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Antonio Fernando Crepaldi
Orientador

FEB FACULDADE DE ENGENHARIA BAURU
Faculdade de Engenharia de Bauru – Pós-graduação
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 17033-360 Bauru - SP
tel. (14) 3103-6108 spg@feb.unesp.br www.feb.unesp.br

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Espera-se que esta pesquisa contribua para o avanço científico do conhecimento sobre a relação entre Cultura Nacional, Complexidade Econômica e desenvolvimento, integrando abordagens econométricas e técnicas de Machine Learning. Seus resultados poderão subsidiar políticas públicas e estratégias de desenvolvimento voltadas à inovação, diversificação produtiva, competitividade e sustentabilidade, considerando as particularidades culturais de diferentes sociedades. A perspectiva internacional da pesquisa amplia seu potencial de internacionalização, enquanto suas contribuições podem apoiar estratégias de desenvolvimento no contexto brasileiro, fortalecendo a produção de conhecimento e suas aplicações nas áreas econômica, educacional e de Engenharia de Produção.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

It is expected that this research will contribute to advancing scientific knowledge on the relationship between National Culture, Economic Complexity, and development by integrating econometric approaches and Machine Learning techniques. Its findings may support public policies and development strategies aimed at fostering innovation, productive diversification, competitiveness, and sustainability, while considering the cultural particularities of different societies. The international perspective of the research enhances its potential for internationalization, while its contributions may support development strategies in the Brazilian context, strengthening knowledge production and its applications in the economic, educational, and Production Engineering fields.

MANUELLA APARECIDA FELIX DE LIMA

RELAÇÃO ENTRE CULTURA NACIONAL E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, EM UMA PERSPECTIVA DE COMPLEXIDADE ECONÔMICA

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Bauru, para obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas Produtivos

Data da defesa: 26/08/2026

Banca Examinadora:

_____

Prof. Dr. Antonio Fernando Crepaldi
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia, Bauru

_____

Prof. Dr. Enzo Barberio Mariano
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia, Bauru

_____

Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia, Bauru

_____

Prof. Dr. Marcelo Andrade da Silva
Universidade de São Paulo (USP),
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

_____

Prof. Dr. Camilo Rodrigues Neto
Universidade de São Paulo (USP),
Escola de Artes, Ciências e Humanidades, São Paulo

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor, apoio e presença ao longo de toda esta caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por Sua infinita bondade e providência, por ter me sustentado em cada etapa desta caminhada e por me conceder força, sabedoria e perseverança para chegar até aqui. A Nossa Senhora, minha Mãe e intercessora, por seu cuidado e proteção, especialmente nos momentos em que o caminho pareceu mais difícil.

Ao meu marido, Dienes, meu companheiro de vida, pelo amor, pela paciência, pelo incentivo e por estar sempre ao meu lado. Obrigada por compreender minhas ausências, minhas preocupações e os muitos momentos dedicados a esta pesquisa. Obrigada por acreditar em mim, muitas vezes mais do que eu mesma.

Aos meus filhos, Miguel, Sofia e Bento, minha maior alegria e uma das minhas maiores motivações. Vocês, ainda tão pequenos, fizeram parte desta caminhada de muitas maneiras: nas ausências que precisei viver, nos momentos em que precisei estudar enquanto vocês queriam minha atenção e, principalmente, na alegria e no sentido que trouxeram aos meus dias. Cada conquista desta caminhada também é de vocês.

Aos meus pais, Helena e Laerci, pelo amor, pela educação, pelos valores e por tudo o que fizeram e continuam fazendo por mim. Se hoje chego a esta etapa, é também porque tive em vocês a base para construir minha história. Aos meus sogros, Aparecida e Mario, e à minha cunhada, Daizy, pelo carinho, apoio e presença ao longo desses anos.

Aos meus amigos do Instituto Santo Antônio, pela amizade, pelo incentivo, pelas orações e por tantas demonstrações de carinho. Obrigada por tornarem esta caminhada mais leve e por estarem presentes em tantos momentos importantes.

Ao Instituto Federal de São Paulo, pela oportunidade e pelo afastamento concedido para qualificação, que foi fundamental para que eu pudesse me dedicar à realização deste doutorado. Aos meus colegas do IFSP, Câmpus Birigui, pelo apoio e pelo incentivo durante esse período.

À Faculdade de Engenharia de Bauru e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNESP, pela formação e pelas oportunidades proporcionadas ao longo do doutorado. Aos funcionários, pela disponibilidade, atenção e pelo trabalho realizado diariamente, muitas vezes nos bastidores, para que a vida acadêmica aconteça.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Fernando Crepaldi, pela orientação, confiança, paciência e pelos ensinamentos que contribuíram para minha formação como pesquisadora. Obrigada por me acompanhar ao longo desse processo e por suas contribuições para o desenvolvimento desta tese.

Aos professores que fizeram parte da minha formação no doutorado, pelas disciplinas, pelos conhecimentos compartilhados e pelas contribuições que ampliaram minha formação acadêmica. Aos professores das bancas de qualificação e defesa, pela leitura cuidadosa, pelas críticas, sugestões e questionamentos, que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

Ao Prof. Geraldo, pela disponibilidade e pela importante colaboração no desenvolvimento de um dos artigos que compõem esta tese. Obrigada por sua contribuição e por sua disposição em me auxiliar nesse processo.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pela convivência e pelas trocas de conhecimento durante as disciplinas do doutorado. Agradeço pelas discussões, experiências compartilhadas e pelo companheirismo durante essa etapa da minha formação.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para que este trabalho se tornasse possível. Àqueles que estiveram presentes de forma mais silenciosa, por meio de uma palavra de incentivo, uma oração, uma ajuda, uma compreensão ou simplesmente pela presença, muito obrigada. Nem todos poderão ser nomeados aqui, mas cada gesto de carinho e apoio foi importante e também faz parte desta conquista.

A todos que fizeram parte desta caminhada, o meu muito obrigada.

“É justo que muito custe o que muito vale.”

Santa Teresa D’Ávila

RESUMO

A Complexidade Econômica, que busca medir conjuntamente o grau de diversidade e não ubiquidade dos produtos produzidos por um país, é um tema central e estratégico tanto na comunidade acadêmica quanto industrial, e considerando a Cultura Nacional como um conjunto de valores estruturais que moldam o comportamento e as decisões de uma sociedade, surge o questionamento de como as dimensões culturais de Hofstede se relacionam com o desenvolvimento econômico de uma nação sob a perspectiva da Complexidade Econômica. Por meio desta análise, busca-se orientar intervenções e políticas públicas que potencializem o desenvolvimento econômico, identificando como características culturais intrínsecas podem favorecer a sofisticação produtiva e a inovação. Para tanto, a tese organiza-se em três artigos interdependentes que, em conjunto, visam responder à questão de pesquisa: “De que forma as dimensões culturais nacionais de Hofstede se relacionam com o Índice de Complexidade Econômica (ECI) e, consequentemente, o desenvolvimento econômico dos países?” O primeiro artigo consiste em uma revisão sistemática da literatura, por meio do método ProKnow-C, mapeando o estado da arte e identificando as lacunas teóricas na relação entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica. O segundo artigo avança para a análise empírica, examinando as correlações entre as dimensões de Hofstede e os subíndices de Complexidade Econômica (trade, tech e research), verificando como essas relações se alteram ao estratificar os países por níveis de renda. Por fim, o terceiro artigo aprofunda a investigação utilizando modelagens avançadas de Machine Learning (como LASSO, Ridge e Elastic Net) e regressões ponderadas, visando identificar as dimensões culturais associadas às variações do ECI global. Os resultados da revisão sistemática evidenciaram lacunas na literatura quanto à compreensão integrada da relação entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica, reforçando a necessidade de análises empíricas mais aprofundadas. Os resultados empíricos indicaram que menores níveis de distância do poder e maiores níveis de individualismo e indulgência estão associados a economias mais complexas, especialmente nos componentes relacionados à inovação e à pesquisa, enquanto a orientação de longo prazo apresentou relação com a diversificação das exportações. As modelagens de regressão e Machine Learning corroboraram a relevância de dimensões culturais, especialmente individualismo, distância do poder e indulgência, na regressão estabelecida com a Complexidade Econômica, evidenciando que fatores culturais podem atuar como elementos estruturais associados à capacidade de inovação, sofisticação produtiva e competitividade dos países. Os resultados consolidam evidências sobre o papel da cultura como fator associado ao desenvolvimento econômico moderno sob a perspectiva da Complexidade Econômica.

Palavras-chave: cultura nacional; dimensões de Hofstede; complexidade econômica; desenvolvimento econômico; revisão sistemática; Machine Learning.

ABSTRACT

Economic Complexity, which seeks to jointly measure the degree of diversity and the non-ubiquity of the products manufactured by a country, is a central and strategic topic in both the academic and industrial communities. Considering National Culture as a set of structural values that shape the behavior and decisions of a society, the question arises as to how Hofstede's cultural dimensions relate to a nation's economic development from the perspective of Economic Complexity. This analysis aims to guide interventions and public policies that promote economic development by identifying how intrinsic cultural characteristics may foster productive sophistication and innovation. To this end, the thesis is structured around three interdependent articles that collectively seek to answer the following research question: "How are Hofstede's national cultural dimensions related to the Economic Complexity Index (ECI) and, consequently, to countries' economic development?" The first article consists of a systematic literature review using the ProKnow-C method to map the state of the art and identify theoretical gaps in the relationship between National Culture and Economic Complexity. The second article advances to empirical analysis by examining the correlations between Hofstede's dimensions and the subindices of Economic Complexity (trade, tech, and research), assessing how these relationships vary when countries are stratified by income level. Finally, the third article deepens the investigation by employing advanced Machine Learning models, such as LASSO, Ridge, and Elastic Net, alongside weighted regressions, to identify the cultural dimensions associated with variations in the global ECI. The systematic literature review revealed gaps in the literature regarding an integrated understanding of the relationship between National Culture and Economic Complexity, highlighting the need for more in-depth empirical analyses. The empirical results indicated that lower levels of power distance and higher levels of individualism and indulgence are associated with more complex economies, particularly in components related to innovation and research, while long-term orientation was associated with export diversification. The regression and Machine Learning models corroborated the relevance of cultural dimensions, particularly individualism, power distance, and indulgence, in the regression models examining Economic Complexity. These findings indicate that cultural factors may act as structural elements associated with countries' innovation capacity, productive sophistication, and competitiveness. Overall, the results consolidate evidence regarding the role of culture as a factor associated with modern economic development from the perspective of Economic Complexity.

Keywords: National Culture; Hofstede's Dimensions; Economic Complexity; Economic Development; Systematic Literature Review; Machine Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama Conceitual dos Artigos da Tese 22
Figura 2 – Relação entre os Artigos da Tese 23
Figura 3 – Artigo 1: Síntese dos procedimentos de filtragem 34
Figura 4 – Artigo 1: Índice H dos periódicos do portfólio bibliográfico 36
Figura 5 – Artigo 1: Número de publicações do portfólio por ano e distribuição de frequência acumulada 37
Figura 6 – Artigo 1: Palavras-chave que mais ocorreram no portfólio bibliográfico 38
Figura 7 – Artigo 1: Relacionamento das palavras-chave do portfólio bibliográfico 39
Figura 8 – Artigo 1: Mapa de coautoria dos autores das referências do portfólio bibliográfico 40
Figura 9 – Artigo 1: Matriz de relevância científica dos artigos do portfólio bibliográfico 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Artigo 1: Portfólio Bibliográfico 35
Tabela 2 – Artigo 1: Fontes que mais apareceram nas referências do portfólio bibliográfico 39
Tabela 3 – Artigo 1: Autores que mais apareceram nas referências do portfólio bibliográfico 40
Tabela 4 – Artigo 1: Problemas de pesquisa dos artigos do PB 42
Tabela 5 – Artigo 1: Métodos de resolução do problema de pesquisa (estatísticos) 42
Tabela 6 – Artigo 1: Modelos de Cultura Nacional 43
Tabela 7 – Artigo 1: Impacto das dimensões de Cultura nos aspectos econômicos 43
Tabela 8 – Artigo 2: Classificação dos países da amostra 57
Tabela 9 – Artigo 2: Estatísticas descritivas para índices de complexidade econômica e dimensões culturais de acordo com o nível de renda dos países 58
Tabela 10 – Artigo 2: Correlações entre o nível de distância do poder e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países 59
Tabela 11 – Artigo 2: Correlações entre o nível de individualismo-coletivismo e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países 60
Tabela 12 – Artigo 2: Correlações entre o nível de masculinidade-feminilidade e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países 61
Tabela 13 – Artigo 2: Correlações entre o nível de aversão à incerteza e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países 61
Tabela 14 – Artigo 2: Correlações entre o nível de orientação de longo prazo e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países 62
Tabela 15 – Artigo 2: Correlações entre o nível de indulgência-restrição e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países 63
Tabela 16 – Artigo 2: Análise de correlação canônica que relaciona as dimensões de cultura e os índices de complexidade econômica 64
Tabela 17 – Artigo 2: Análise de redundância de variáveis estatísticas dependentes e independentes para cada função canônica 65
Tabela 18 – Artigo 2: Cargas canônicas cruzadas para a primeira função canônica 66
Tabela 19 – Artigo 2: Análise de sensibilidade dos resultados de correlação canônica consequentes da remoção de uma variável independente 67

Tabela 20 – Artigo 3: Exemplo de matriz país/produto 81
Tabela 21 – Artigo 3: Variáveis do Modelo 86
Tabela 22 – Artigo 3: Especificações do Modelo 87
Tabela 23 – Artigo 3: Correlações das variáveis explicativas 96
Tabela 24 – Artigo 3: Possibilidade de endogeneidade 97
Tabela 25 – Artigo 3: Regressões Lineares – Modelo 1 100
Tabela 26 – Artigo 3: Regressões Lineares – Modelo 2 102
Tabela 27 – Artigo 3: Regressões Lineares – Modelo 3 104
Tabela 28 – Artigo 3: Regressões LASSO e Adaptive LASSO 106
Tabela 29 – Artigo 3: Regressões Ridge 108
Tabela 30 – Artigo 3: Regressões Elastic Net 109

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
1.1 QUESTÃO E OBJETIVOS DE PESQUISA 18
1.2 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES DE PESQUISA 19
1.3 ARTIGOS DA TESE 20
1.3.1 Síntese dos Artigos da Tese 21
1.3.2 Relação entre os Artigos da Tese 23
1.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA GERAL 24
1.4.1 Complexidade Econômica 24
1.4.2 Cultura Nacional 26
2 ARTIGO 1 – CULTURA NACIONAL E COMPLEXIDADE ECONÔMICA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E SISTÊMICA 29
2.1 INTRODUÇÃO 29
2.2 MÉTODO 31
2.3 SELEÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO 31
2.4 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO 36
2.5 ANÁLISE SISTÊMICA DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO E OPORTUNIDADES DE PESQUISA 41
2.6 CONCLUSÃO 44
3 ARTIGO 2 – COMPLEXIDADE ECONÔMICA E CULTURA NACIONAL: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA RENDA 46
3.1 INTRODUÇÃO 46
3.2 CULTURA E COMPLEXIDADE ECONÔMICA 49
3.2.1 Cultura 49
3.2.2 Complexidade Econômica 51
3.2.3 Hipóteses de pesquisa 52
3.3 METODOLOGIA 56
3.4 RESULTADOS 58
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 67
4 ARTIGO 3 – A INTERAÇÃO ENTRE CULTURA NACIONAL E COMPLEXIDADE ECONÔMICA: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA UTILIZANDO MACHINE LEARNING 70
4.1 INTRODUÇÃO 70

4.2 REVISÃO DA LITERATURA 74
4.2.1 Complexidade Econômica 74
4.2.2 Cultura Nacional 77
4.2.3 Medidas de Complexidade Econômica 78
4.2.4 Cultura Nacional e Complexidade Econômica: Perspectivas da Teoria do Crescimento Endógeno e do Institucionalismo 83
4.3 METODOLOGIA 86
4.3.1 Informações Estatísticas e Estratégia Empírica 88
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 97
4.4.1 Resultados para as Regressões Convencionais: Linear e Ponderada 98
4.4.2 Resultados para as Regressões LASSO e Adaptive LASSO 105
4.4.3 Resultados para as Regressões Ridge 107
4.4.4 Resultados para a Regressão Elastic Net 108
4.4.5 Implicações de Políticas 110
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 112
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE 115
REFERÊNCIAS 119

1 INTRODUÇÃO

Uma breve pesquisa em bases de dados de periódicos mostra o quanto a Complexidade Econômica tem sido investigada ultimamente, a partir de várias perspectivas teóricas. Ao examinar artigos sobre Complexidade Econômica e Cultura Nacional, surge a hipótese de que a cultura de um país não está associada apenas ao desenvolvimento econômico, como já demonstrado em estudos anteriores, mas também à própria complexidade econômica dessa nação. Hidalgo e Hausmann (2009), por exemplo, mostram que o Índice de Complexidade Econômica (ECI) captura a sofisticação produtiva pela diversidade e ubiquidade de produtos exportados – economias complexas lidam com bens raros e tecnológicos, como aviões ou eletrônicos, enquanto as simples se limitam a commodities. Segundo Hartmann et al. (2017), a complexidade econômica está associada a menores níveis de desigualdade de renda. Por meio de análise de regressão multivariada, os autores mostram que essa relação se mantém estatisticamente significativa mesmo quando são consideradas medidas agregadas de renda, instituições, concentração das exportações e capital humano. A cultura, por sua vez, segundo Hofstede, Hofstede e Minkov (2010), molda comportamentos coletivos que influenciam inovação, instituições e capital humano, sugerindo conexões empíricas ainda pouco exploradas.

Tanto a Cultura Nacional quanto a Complexidade Econômica contam com modelos consolidados para mensuração. Na Cultura Nacional, Hofstede apresenta seis dimensões (distância do poder, individualismo, masculinidade, aversão à incerteza, orientação de longo prazo e indulgência), que compõem um modelo validado em múltiplos contextos e presente em 97,5% das medidas quantitativas (Taras; Rowney; Steel, 2009). Modelos como Schwartz e GLOBE complementam, mas Hofstede se destaca pela abrangência cross-country (Gamlath, 2017). O ECI vai além do PIB per capita, medindo conhecimento produtivo, nações complexas crescem mais, emitem menos CO2 per capita (Romero; Gramkow, 2021) e preveem melhor o futuro (Hidalgo, 2021). Dimensões como aversão à incerteza, relacionada à maior resistência à assunção de riscos, ou individualismo (que fomenta empreendedorismo) parecem ter peso maior no ECI, alinhando-se à teoria de crescimento endógeno e institucionalismo (Vu, 2022).

A partir desse contexto, torna-se relevante investigar de forma sistemática e empírica a relação entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica, buscando compreender quais dimensões culturais estão associadas à capacidade de sofisticação produtiva, inovação e diversificação econômica dos países. Para tanto, foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) sobre Complexidade Econômica e Cultura Nacional (Artigo 1). A busca foi feita com o método ProKnow-C em Scopus e Web of Science, de 2011 a 2021. Foram encontrados apenas 15 artigos relevantes. Hofstede aparece em 80% deles, mas a maioria foca em empreendedorismo ou crescimento econômico com correlações simples. Faltam estudos que separem países por renda, analisem trade, tech ou research, ou usem métodos avançados. Essas lacunas justificam as análises empíricas dos próximos artigos.

A partir da RSL, identificou-se a necessidade de evidências empíricas concretas. Assim, o Artigo 2 apresenta correlações iniciais entre as dimensões de Hofstede e o ECI (trade, tech, research), separando os países por níveis de renda do Banco Mundial. Os resultados são claros: individualismo (r=0,735*** geral) e indulgência correlacionam positivamente com research e tech, especialmente em alta renda; distância do poder tem correlação negativa com patentes; orientação de longo prazo associa-se a maior diversificação de exportações. A primeira função canônica apresentou correlação de 0,871. O ECI_Research apresentou a maior carga canônica cruzada (−0,849), cujo quadrado corresponde a aproximadamente 72% de sua variância. Masculinidade e aversão à incerteza mostram-se neutras. Esses achados fornecem suporte parcial às hipóteses formuladas e justificam a modelagem mais avançada no Artigo 3.

Finalmente, o Artigo 3 aprofunda a análise com regressões lineares ponderadas e técnicas de machine learning (LASSO, Ridge, Elastic Net e Adaptive LASSO). Esses métodos permitem tratar a multicolinearidade, regularizar os coeficientes e, em determinadas especificações, realizar seleção de variáveis. Os resultados mostram que individualismo, distância do poder e indulgência estão associados às principais variações. A cultura aparece como uma dimensão associada ao desenvolvimento econômico, com aplicações práticas para políticas de inovação e competitividade.

A tese organiza-se em cinco capítulos sequenciais, seguindo uma progressão lógica da fundamentação conceitual à análise empírica avançada. O Capítulo 1 contextualiza o tema, apresenta a questão de pesquisa, objetivos, justificativa, contribuições, síntese dos artigos e sua inter-relação, além da fundamentação teórica geral. Os Capítulos 2 a 4 dedicam-se aos três artigos científicos, que destacam a evolução do estudo: da revisão bibliográfica às correlações iniciais e, posteriormente, à modelagem com machine learning. O Capítulo 5, Conclusão Geral, sintetiza as contribuições principais, discute limitações inerentes ao design cross-country (como ausência de causalidade e a utilização de dados estáticos), sugere extensões com análises longitudinais para dados brasileiros e explora implicações práticas para a Engenharia de Produção, como otimização de políticas inovadoras baseadas em cultura.

1.1 QUESTÃO E OBJETIVOS DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste estudo é formulada da seguinte maneira: "De que forma as dimensões de Cultura Nacional de Hofstede se relacionam com o Índice de Complexidade Econômica (ECI) e, consequentemente, o desenvolvimento econômico dos países?" Nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar a relação entre as dimensões culturais nacionais de Hofstede e o Índice de Complexidade Econômica (ECI) e sua relação com o desenvolvimento econômico em uma perspectiva cross-country, utilizando uma abordagem progressiva que parte de bases conceituais para análises empíricas mais avançadas.

Para alcançar esse objetivo geral, delineiam-se os seguintes objetivos específicos, apresentados na forma de artigos:

- Realizar uma revisão sistemática da literatura (Artigo 1): Aplicar o método ProKnow-C em bases como Scopus e Web of Science (2011-2021) para construir um portfólio bibliográfico de artigos relevantes, identificar lacunas na conexão entre cultura nacional e complexidade econômica, e destacar oportunidades para estudos empíricos futuros.

- Investigar correlações iniciais entre dimensões culturais e ECI (Artigo 2): Examinar relações entre Hofstede e os índices de ECI (trade, tech e research), estratificando por níveis de renda do Banco Mundial, utilizando correlações de Pearson e análise de correlação canônica para validar hipóteses.
- Modelar relações avançadas entre cultura e ECI (Artigo 3): Empregar regressões lineares ponderadas e técnicas de machine learning (LASSO, Ridge, Elastic Net e Adaptive LASSO) para tratar a multicolinearidade, realizar regularização e seleção de variáveis, identificando dimensões culturais associadas às variações no ECI.

1.2 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES DE PESQUISA

A investigação sobre a influência das dimensões culturais nacionais de Hofstede no Índice de Complexidade Econômica (ECI) representa um avanço fundamental para compreender e potencializar o desenvolvimento econômico sustentável dos países. Essa abordagem permite identificar mecanismos culturais relacionados às disparidades históricas, como aquelas decorrentes de diferentes tipos de colonização ou trajetórias institucionais, oferecendo insights para intervenções políticas adaptadas à realidade sociocultural de cada nação. Ao conectar cultura a métricas avançadas como o ECI, que captura a sofisticação produtiva por meio da diversidade e ubiquidade de exportações, o estudo subsidia estratégias para diversificar economias dependentes de commodities, promovendo inovação e competitividade.

A justificativa aprofunda-se na relevância teórica e prática. Características culturais intrínsecas, como individualismo ou distância do poder, moldam comportamentos coletivos que afetam acumulação de capital humano, instituições e inovação, conforme evidenciado em estudos clássicos (Hofstede; Hofstede; Minkov, 2010; Hidalgo; Hausmann, 2009). No entanto, a Revisão Sistemática de Literatura (Artigo 1) revela uma lacuna crítica: embora Hofstede domine a literatura recente em bases como Scopus e Web of Science, faltam análises empíricas específicas com o ECI – estratificadas por renda, por exemplo, ou com métodos avançados, como

machine learning. Essa escassez justifica a progressão empírica dos Artigos 2 e 3, que investigam correlações e modelagens para preencher essas lacunas.

Na revisão realizada, não foram identificados trabalhos que explorem de forma integrada as interações entre dimensões culturais e subíndices de ECI (trade, tech, research), superando multicolinearidade via regressões ponderadas e técnicas como LASSO, Ridge e Elastic Net. O crescente interesse na Complexidade Econômica, central em discussões sobre crescimento sustentável e desigualdade (Hartmann et al., 2017), respalda a viabilidade, com bases de dados acessíveis e atualizadas (Observatory of Economic Complexity, Banco Mundial).

As contribuições desta pesquisa são múltiplas e abrangentes: (i) construção de um portfólio bibliográfico atualizado e mapeamento de lacunas na literatura (Artigo 1); (ii) identificação de padrões empíricos iniciais entre dimensões culturais e complexidade econômica, com análises estratificadas (Artigo 2); (iii) desenvolvimento de modelagens avançadas que revelam relações e padrões chave entre cultura e ECI (Artigo 3). Para a Engenharia de Produção, as implicações práticas incluem a otimização de cadeias de suprimentos considerando fatores culturais, o design de políticas de inovação adaptadas e estratégias para aumentar a complexidade produtiva em economias emergentes, como o Brasil.

1.3 ARTIGOS DA TESE

Nesta seção, apresentam-se os três artigos que constituem a presente tese, delineando suas interconexões e destacando a coesão existente entre eles. A estrutura por artigos segue uma progressão lógica, partindo da revisão sistemática da literatura, avançando para análises empíricas das relações entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica e culminando em modelagens estatísticas e de Machine Learning. Essa articulação garante uma narrativa integrada, na qual cada artigo se desenvolve a partir dos achados e lacunas identificados no anterior, avançando na compreensão da relação entre as dimensões culturais de Hofstede e o desenvolvimento econômico sob a perspectiva do Índice de Complexidade Econômica (ECI).

- Artigo 1: Realiza uma revisão sistemática da literatura sobre cultura nacional e complexidade econômica, aplicando o método ProKnow-C em Scopus e Web

of Science (2011-2021). Seleciona 15 artigos relevantes, mapeia o domínio de Hofstede (80% dos casos) e identifica lacunas empíricas, justificando as análises subsequentes.

- Artigo 2: Investiga correlações iniciais entre dimensões culturais de Hofstede e subíndices do ECI (trade, tech e research), estratificadas por níveis de renda do Banco Mundial. Emprega correlações de Pearson e canônica para validar hipóteses preliminares, conectando a revisão bibliográfica (Artigo 2) a evidências quantitativas iniciais.
- Artigo 3: Aprofunda a análise com regressões lineares ponderadas e técnicas de machine learning (LASSO, Ridge, Elastic Net e Adaptive LASSO), tratando a multicolinearidade e realizando regularização e seleção de variáveis. Sintetiza os achados anteriores, revelando dimensões culturais associadas às variações do ECI e implicações para políticas de inovação.

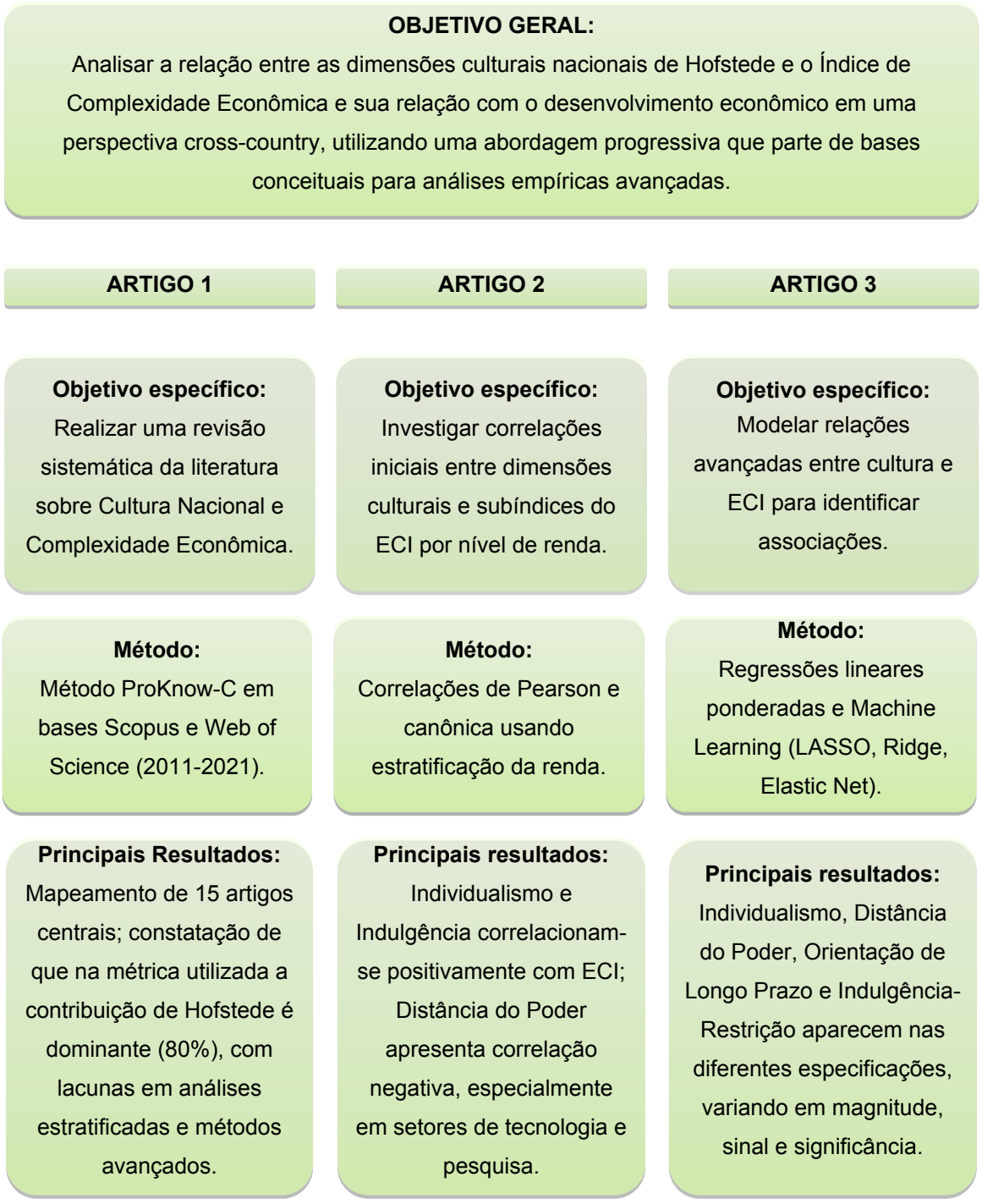
A coesão é evidenciada pela progressão metodológica: o Artigo 1 sistematiza o conhecimento existente e identifica as lacunas na literatura; o Artigo 2 investiga empiricamente as relações entre as dimensões culturais de Hofstede e os componentes da Complexidade Econômica; e o Artigo 3 aprofunda e consolida essas evidências por meio de modelagens estatísticas e técnicas de Machine Learning. Essa estrutura evidencia a contribuição da tese, alinhando-se à abordagem da Complexidade Econômica e às demandas da Engenharia de Produção por análises integradas e aplicadas.

1.3.1 Síntese dos Artigos da Tese

A Figura 1 delineia os três artigos da tese, ilustrando os objetivos específicos, métodos empregados e sua interconexão com o objetivo geral. Ela também resume os principais métodos estatísticos e resultados obtidos. Em seguida, apresentam-se os resumos de cada artigo.

Todas as análises estatísticas baseiam-se em dados secundários de indicadores academicamente reconhecidos, utilizando fontes de dados reconhecidas e consolidadas.

Figura 1 – Diagrama Conceitual dos Artigos da Tese



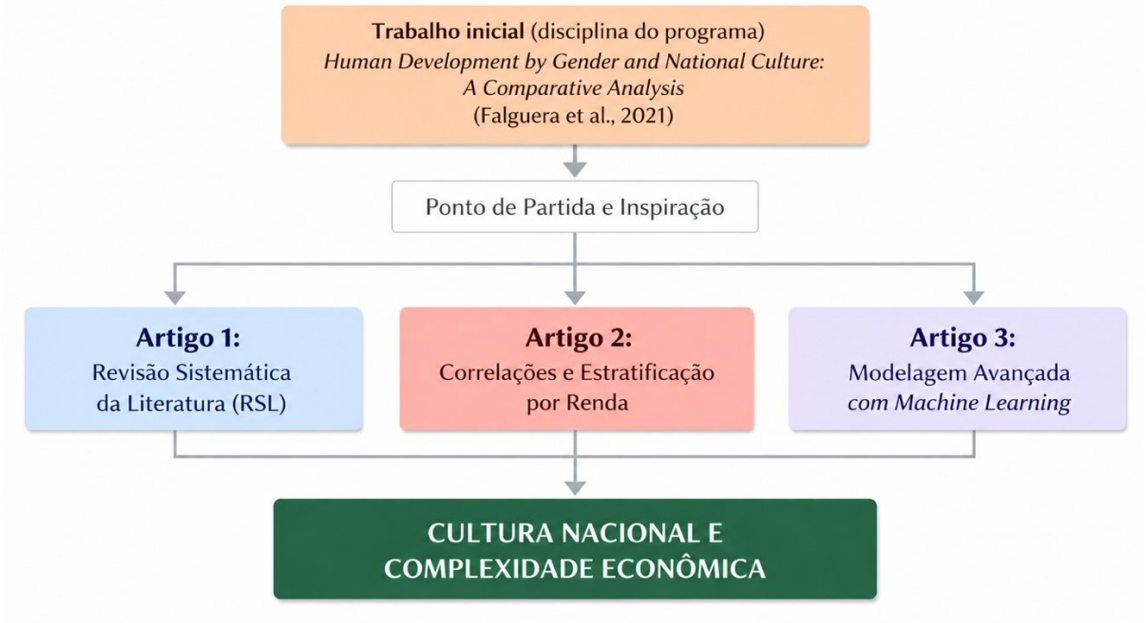
Fonte: Elaboração própria.

1.3.2 Relação entre os Artigos da Tese

A Figura 2 apresenta como os artigos se conectam, revelando que a tese não nasceu de uma estrutura estática, mas de um processo de amadurecimento científico. A trajetória começou com o artigo Human Development by Gender and National Culture: A Comparative Analysis (Falguera et al., 2021), desenvolvido inicialmente em um contexto colaborativo no âmbito de uma disciplina do programa, que motivou o estudo da relação entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica.

A partir dessa motivação, o Artigo 1 consiste em uma revisão sistemática da literatura, por meio do método ProKnow-C, mapeando o estado da arte e identificando as lacunas teóricas na relação entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica. O Artigo 2 avança para a análise empírica, examinando as correlações entre as dimensões de Hofstede e os subíndices de Complexidade Econômica (trade, tech e research), verificando como essas relações se alteram ao estratificar os países por níveis de renda. Por fim, o Artigo 3 aprofunda a investigação utilizando modelagens avançadas de Machine Learning (como LASSO, Ridge e Elastic Net) e regressões ponderadas, visando identificar as dimensões culturais associadas às variações do ECI global.

Figura 2 – Relação entre os Artigos da Tese



Fonte: Elaboração própria.

A coesão é evidente na progressão metodológica: o Artigo 1 fornece a revisão bibliográfica e identifica as lacunas; o Artigo 2 testa relações iniciais; e o Artigo 3 consolida a análise com modelagem avançada. Essa estrutura reforça a originalidade da tese, alinhando-se à abordagem de complexidade econômica e às demandas da Engenharia de Produção para análises integradas e aplicadas.

1.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA GERAL

Esta seção apresenta os conceitos teóricos comuns a todos os artigos da tese. Esses fundamentos formam a base conceitual que sustenta e integra as investigações realizadas, oferecendo uma compreensão unificada dos elementos teóricos essenciais da pesquisa.

1.4.1 Complexidade Econômica

O estudo dos Sistemas Complexos, embora recente e sem uma definição fechada, destaca propriedades como auto-organização e emergência, reconhecendo sua natureza não-linear e a limitação do método analítico para descrevê-lo (Crepaldi, 2007). A economia passou a ser reconhecida como um Sistema Complexo desde os anos 1990 (Holland; Miller, 1991), mas foi na última década que o estudo empírico da Complexidade Econômica teve um crescimento notável, impulsionado por novos métodos e bases de dados (Hidalgo, 2021).

O desenvolvimento das métricas de complexidade, que medem a afinidade entre atividades econômicas e localidades, impulsionou a pesquisa na área ao permitir estimar a disponibilidade, diversidade e sofisticação dos fatores produtivos (Hidalgo et al., 2007; Hidalgo; Hausmann, 2009). A Complexidade Econômica fornece uma medida única para comparar a capacidade produtiva entre países, fundamentando-se nos conceitos de diversidade (quantidade de produtos diferentes que um país exporta com vantagem comparativa) e ubiquidade (capacidade de disseminação espacial de um determinado produto). Quanto mais diversificada e menos ubíqua a cesta de produtos de um país, maior sua complexidade econômica (Hidalgo; Hausmann, 2009).

O cálculo do Índice de Complexidade Econômica (ECI) é feito por meio do Método das Reflexões, um processo iterativo que combina diversidade e ubiquidade

para gerar um indicador robusto da sofisticação produtiva de cada país (Hidalgo; Hausmann, 2009). Intuitivamente, o método parte da premissa de que países diversificados tendem a produzir produtos pouco ubíquos (ou seja, produtos que poucos países dominam), enquanto produtos ubíquos tendem a ser produzidos por países com menor diversificação de produtos. O ECI resultante permite ranquear os países quanto à complexidade de suas economias, e estudos mostram que ele é um preditor mais preciso do crescimento econômico futuro do que indicadores tradicionais, como capital humano ou instituições (Hidalgo; Hausmann, 2009; Hausmann et al., 2014).

Essa métrica tornou-se um fator crucial na comparação do desenvolvimento entre nações, motivando estudos para identificar fatores que influenciam seu crescimento e contribuindo para a formulação de políticas que beneficiem países em desenvolvimento (Vu, 2022). Há uma ampla variedade de estudos que exploram tanto as implicações da Complexidade Econômica — como desigualdade de renda e desenvolvimento humano — quanto os fatores que contribuem para seu crescimento, como dados demográficos e conectividade digital (Hidalgo, 2021).

As métricas baseadas exclusivamente em dados comerciais, apesar de comparáveis internacionalmente, favorecem países próximos a economias avançadas, podendo subestimar a complexidade de países distantes. Para superar essa limitação, Stojkoski, Koch e Hidalgo (2023a) propuseram uma abordagem multidimensional que combina dados sobre exportações, patentes e publicações científicas, gerando três métricas independentes de complexidade — comércio (*trade*), tecnologia (*tech*) e pesquisa (*research*). Essas métricas explicam variações internacionais no crescimento econômico, na desigualdade de renda e na intensidade de emissões de gases de efeito estufa, proporcionando uma visão mais abrangente da capacidade produtiva de cada país (Stojkoski; Koch; Hidalgo, 2023b).

É essa abordagem multidimensional que será adotada nesta tese como medida da capacidade produtiva e tecnológica dos países. Compreender quais fatores estão associados às diferenças de complexidade entre os países torna-se, portanto, uma questão central — e a Cultura Nacional surge como um desses fatores estruturais. Valores culturais compartilhados por uma sociedade podem influenciar desde a propensão à inovação até a organização do trabalho e a tolerância ao risco, aspectos que afetam diretamente a capacidade de um país desenvolver produtos e serviços

sofisticados. A relação entre essas dimensões culturais e a Complexidade Econômica será explorada em detalhes ao longo dos artigos que compõem esta tese.

1.4.2 Cultura Nacional

A Cultura Nacional emerge como um fator significativo no desenvolvimento econômico dos países (Liñán; Fernández-Serrano, 2014), influenciando suas condições econômicas de maneira relevante. Diversas teorias, utilizando dimensões específicas, classificam a Cultura Nacional e atribuem scores a essas dimensões, representando um conjunto de valores compartilhados pela sociedade que moldam comportamentos, inclusive os de natureza econômica.

Estudiosos, como GLOBE ([s. d.]), Inglehart (1997), Schwartz (2006), Hofstede, Hofstede e Minkov (2010), Hall e Hall (1990), Trompenaars e Hampden-Turner (2011), e Steenkamp (2001), desenvolveram modelos de mensuração da Cultura Nacional. Contudo, Gamlath (2017) destaca a validação extensiva e de longo prazo do modelo de Hofstede, o qual se destaca por abranger uma considerável quantidade de países, satisfazendo critérios de validade e disponibilidade.

Segundo Hofstede (1991), cultura é uma programação coletiva da mente, originada nos ambientes sociais, onde as experiências de vida afetam o funcionamento das sociedades. Desenvolveu sua teoria das dimensões culturais com base em um extenso estudo realizado entre 1967 e 1973 nas subsidiárias mundiais da IBM, comparando as respostas de 117.000 funcionários em diferentes países. Ele identificou quatro dimensões principais: distância do poder, individualismo, evitação da incerteza e masculinidade. Essas dimensões refletem como diferentes sociedades abordam questões de desigualdade, incerteza, relação indivíduo-grupo e implicações emocionais de gênero. Em 1984, Hofstede publicou Culture's Consequences, combinando análise estatística com suas experiências pessoais. Para validar e expandir suas descobertas, Hofstede conduziu seis estudos transnacionais subsequentes entre 1990 e 2002, cobrindo de 14 a 28 países em diferentes amostras, como pilotos de linhas aéreas, estudantes e gestores públicos. Em 1991, Michael Harris Bond e colegas realizaram um estudo entre estudantes de 23 países, o que levou à adição de uma quinta dimensão ao modelo de Hofstede: orientação de longo prazo, também conhecida como dinamismo confucionista. As pontuações para essa

dimensão foram ampliadas para 93 países em 2010, por Michael Minkov. Além disso, pesquisas subsequentes refinaram as dimensões originais e consideraram diferenças entre dados a nível nacional e individual. A análise dos dados do World Values Survey conduzido por Minkov levou à identificação de uma sexta dimensão: indulgência versus moderação. Assim, a teoria de Hofstede evoluiu ao longo do tempo, incorporando novas dimensões e refinando suas medidas com base em pesquisas adicionais. As dimensões refletem diferenças nacionais estáveis, com pontuações de 0 a 100 para cada país e dimensão, proporcionando uma análise abrangente (Hofstede; Hofstede; Minkov, 2010). Os dados utilizados nesse trabalho foram obtidos da base de dados de Hofstede, atualizada e expandida, conforme mencionado anteriormente.

Essas dimensões capturam nuances culturais cruciais para compreender como valores, crenças e comportamentos relacionados ao trabalho variam entre as sociedades. A validade e disponibilidade do modelo de Hofstede corroboram sua pertinência para análises comparativas e aprofundadas das interações entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica (Minkov e Hofstede, 2011).

A teoria das dimensões culturais de Hofstede é fundamental para compreender a relação entre Cultura Nacional e Desenvolvimento Econômico. As dimensões, como individualismo-coletivismo e distância do poder, moldam a abordagem das sociedades em relação ao trabalho e inovação. A preferência por autonomia e iniciativa em culturas mais individualistas impulsiona a inovação, enquanto uma menor distância do poder facilita a comunicação aberta. Essas características culturais têm impacto direto em práticas empresariais, eficiência organizacional e empreendedorismo, elementos cruciais para o desenvolvimento econômico sustentável. A adaptação de políticas e estratégias econômicas às características culturais de uma sociedade é importante para a criação de um ambiente propício ao crescimento econômico. Nesse sentido, a análise das dimensões culturais de Hofstede permite compreender como determinadas configurações culturais podem representar vantagens relativas para o desenvolvimento, influenciando a capacidade de uma nação de promover inovação, cooperação e prosperidade econômica.

A conexão com a Complexidade Econômica, portanto, não é casual. As mesmas características culturais que favorecem a inovação, a tomada de risco calculada e a cooperação em redes produtivas — como o individualismo, a menor

distância do poder e a indulgência — são aquelas que, segundo a literatura, se associam a economias mais diversificadas e com produtos de maior sofisticação.

2 ARTIGO 1 – CULTURA NACIONAL E COMPLEXIDADE ECONÔMICA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E SISTÊMICA

2.1 INTRODUÇÃO

O estudo dos Sistemas Complexos é consideravelmente recente e, mesmo não havendo uma definição fechada destes, existe o consenso de serem sistemas que possuem propriedades genéricas como auto-organização e propriedades emergentes, mas que são formados por diversas partes que interagem de maneira não-linear, sendo o método analítico não suficiente para descrevê-lo, por não ser possível separar, de forma independente, seus elementos (Crepaldi, 2007).

Apesar da economia ser reconhecida como um Sistema Complexo desde a década de 1990 (Holland; Miller, 1991), a teoria da Complexidade Econômica teve um crescimento acelerado de seu estudo empírico apenas na última década, com novos métodos propostos e novos dados obtidos (Hidalgo, 2021).

Além das métricas de relação, que medem a afinidade entre uma atividade econômica específica e uma localidade específica, o que também impulsionou os estudos da Complexidade Econômica foi o desenvolvimento das métricas de Complexidade, buscando estimar a disponibilidade, a diversidade e a sofisticação de fatores e insumos de uma economia, extraindo informações sobre a capacidade de uma economia gerar e distribuir renda (Hidalgo et al., 2007; Hidalgo; Hausmann, 2009).

A Complexidade Econômica fornece a possibilidade de, por meio de uma medida, comparar a capacidade produtiva dos países, baseando-se nos conceitos de diversidade e ubiquidade dos produtos gerados em sua estrutura econômica (Hidalgo; Hausmann, 2009).

De forma geral, a Complexidade Econômica se mostra um importante fator para comparar o desenvolvimento entre países, motivando estudos para identificar quais fatores influenciam seu crescimento, o que pode auxiliar na formulação de políticas que possam, por exemplo, ajudar países que permanecem em subdesenvolvimento (Vu, 2022).

Muitos são os trabalhos que consideram as consequências da Complexidade Econômica em diversos assuntos, como desigualdade de renda e desenvolvimento

humano. Mas, também, diversos são os trabalhos que exploram fatores, como dados demográficos e conectividade digital, que contribuem para o crescimento da Complexidade Econômica (Hidalgo, 2021).

Um fator, que vem sendo estudado por apresentar um papel relevante no desenvolvimento econômico, podendo ajudar na explicação de diferenças nas condições econômicas dos países, é a Cultura Nacional (Liñán; Fernández-Serrano, 2014).

Diversas são as teorias que, por meio de dimensões determinadas, classificam a Cultura Nacional, atribuindo scores a tais dimensões. E, apesar da complexidade para defini-la, pode-se dizer que seja um conjunto de valores comuns a uma determinada sociedade, que influenciam seu comportamento, inclusive nas questões econômicas.

Alguns dos estudiosos que desenvolveram modelos para mensuração da Cultura Nacional são: GLOBE ([s. d.]), Inglehart (1997), Schwartz (2006), Hofstede, Hofstede e Minkov (2010), Hall e Hall (1990), Trompenaars e Hampden-Turner (2011) e Steenkamp (2001). Entretanto, segundo Gamlath (2017), o modelo de Hofstede foi validado em diversos contextos, por longos períodos, com dados cobrindo uma quantidade significativa de países. Devido a esses aspectos, esse modelo é o que melhor satisfaz os critérios de validade e disponibilidade.

Considerando a teoria de Hofstede, a cultura é definida como uma programação coletiva da mente, tendo como fonte os ambientes sociais, onde são adquiridas experiências de vida que afetam o funcionamento das sociedades (Hofstede, 1991).

De acordo com Hofstede, Hofstede e Minkov (2010), seu modelo foi construído a partir da aplicação de um questionário a grandes amostras de funcionários de subsidiárias da IBM, identificando quatro dimensões culturais que distinguiam os padrões de pensamento dos funcionários, sendo “Individualismo-Coletivismo”, “Distância de Poder”, “Masculinidade-Feminilidade” e “Aversão à Incerteza”. Outras duas dimensões foram incluídas posteriormente, “Orientação de Longo Prazo” e “Indulgência-Restrição”. Essas dimensões explicariam as diferenças de valores, crenças, comportamento e normas, relacionados ao trabalho.

Assim, apesar dos estudos que já existem explorando os impactos da Cultura Nacional em alguns aspectos do desenvolvimento econômico dos países, uma busca

inicial mostrou que não há trabalhos que foquem na relação especificamente com a Complexidade Econômica.

Neste sentido, este artigo visa realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (Systematic Literature Review – SLR) sobre Cultura Nacional e Complexidade Econômica, sendo necessária a expansão para Desenvolvimento Econômico devido à falta de trabalhos com a Complexidade, utilizando o método ProKnow-C (Knowledge Development Process – Constructivist) (Ensslin et al., 2010) para desenvolver um portfólio bibliográfico, com o intuito de identificar o estado da arte do tema. O objetivo é que esse portfólio possa ser utilizado como referência científica e, também, encorajar novas pesquisas, além de realizar uma análise bibliométrica e sistêmica dos artigos selecionados, identificando autores e periódicos que mais se destacam no tema, os principais problemas de pesquisa e seus meios de resolução, e oportunidades de pesquisas futuras.

2.2 MÉTODO

É importante que toda pesquisa acadêmica se inicie com uma busca, análise e seleção de trabalhos científicos, na área de interesse, que possam formar um Portfólio Bibliográfico (PB) que seja utilizado no referencial teórico da pesquisa. Para tanto, nesta pesquisa, foi utilizado o método ProKnow-C.

O método ProKnow-C, desenvolvido pelo Laboratório de Análise de Decisão Multicritério (LabMCDA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que sistematiza e estrutura a pesquisa bibliográfica, é composto por quatro etapas: a primeira é a seleção do portfólio bibliográfico, a segunda é a sua análise bibliométrica, a terceira é sua análise sistêmica e a quarta é a identificação de oportunidades de pesquisa no tema (Maciel; Ledesma; Junior, 2021). Neste artigo, foram realizadas todas as etapas do método.

2.3 SELEÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

Os procedimentos iniciais para a SLR foram realizados em novembro e dezembro de 2021, sendo utilizadas as bases de dados SCOPUS e Web of Science (WoS). As duas primeiras etapas do método foram concluídas em janeiro e fevereiro

de 2022, enquanto as duas últimas etapas foram realizadas em janeiro e fevereiro de 2023. Para a escolha das palavras-chave, dado o tema desta pesquisa, foram considerados dois eixos:

Eixo 1: Cultura Nacional.

Eixo 2: Complexidade Econômica.

Assim, para cada eixo, foram utilizadas as seguintes palavras-chave:

Palavras-chave do Eixo 1: “national culture”, “cultural dimensions”, culture.

Palavras-chave do Eixo 2: “economic complexity”, “economic development”.

A chave de busca utilizada nas bases de dados foi, portanto: (“national culture” OR “cultural dimensions” OR culture) AND (“economic complexity” OR “economic development”). Após a busca, foram encontrados 3295 resultados na base SCOPUS e 2128 resultados na base WoS. É importante ressaltar que a busca foi realizada nos títulos, resumos e palavras-chave, em ambas as bases, e foi limitada ao tipo “artigo” apenas.

A fim de evitar tópicos que não são relevantes atualmente e de utilizar artigos com dados e análises mais recentes, a pesquisa foi, também, limitada a artigos com data superior a 2011, sendo utilizado o período de 10 anos entre o resultado mais antigo e a data da pesquisa.

Outra limitação imposta foi com relação ao idioma do artigo, sendo considerados apenas aqueles com idioma inglês ou português.

Após a aplicação destes refinamentos, restaram 1674 artigos na base SCOPUS e 1436 artigos na base WoS, formando o Banco de Artigos Brutos (BAB), com 3110 artigos.

Para melhor organização, os resultados foram importados para o EndNote, onde inicialmente foi realizada a exclusão de artigos repetidos, sendo excluídos 936 artigos, 30% do total de artigos, e restando 2174 deles.

Seguindo os procedimentos do ProKnow-C, foram lidos todos os títulos dos artigos, retirando do BAB aqueles que não estavam alinhados ao tema, identificando se estes continham palavras que indicavam não se tratar de assunto diretamente ligado ao pretendido. Neste filtro, foram excluídos 1906 artigos, restando 268 artigos para serem analisados.

A próxima análise se refere ao reconhecimento científico das publicações que restaram. Assim, todos os artigos foram consultados no Google Scholar, sendo ordenados, de forma decrescente, de acordo com o número de citações.

Os 268 artigos analisados somam 9961 citações no total, sendo que 82 deles possuem 28 ou mais citações, somando 8582 citações, pouco mais de 86% do total de citações. O valor de corte de ao menos 85% do número total de citações foi estabelecido com base no método do Proknow-C e nos artigos utilizados como referência, que utilizam tal método (Tasca et al., 2010; Lacerda et al., 2012; Maciel; Ledesma; Junior, 2021; Chagas; Modesti; Borsato, 2020).

Os 82 artigos com maior reconhecimento científico formam o Repositório K e os 186 artigos com menos citações formam o Repositório P. Ressalta-se que o Repositório P ainda será analisado, considerando outros critérios, que serão especificados mais adiante.

O procedimento seguinte, com relação ao Repositório K, é a leitura dos resumos (*abstracts*) e a verificação do alinhamento com a pesquisa. Após a leitura, restaram 26 artigos, que têm um número de citações relevantes e estão alinhados à pesquisa, que formam o Repositório A e um referencial teórico sobre a relação entre Cultura Nacional e Desenvolvimento Econômico.

Com relação aos 186 artigos do Repositório P, estes foram reanalisados considerando, primeiramente, se são publicações recentes, selecionando os de até 2 anos, ou seja, os que foram publicados a partir de 2019, levando em conta que não tiveram tempo suficiente para serem amplamente citados. Neste caso, foram selecionados 113 artigos recentes, do Repositório P. Dos artigos restantes, neste mesmo repositório, dentre os mais antigos, foram selecionados aqueles cujos autores já fazem parte dos artigos do Repositório A, no caso, 2 artigos. Assim, nesta reanálise do Repositório P, foram lidos os resumos dos 115 artigos selecionados, para verificar o alinhamento com a pesquisa, sendo identificados 21 artigos alinhados, formando o Repositório B.

Somando os artigos do Repositório A com os artigos do Repositório B, foi formado o Repositório C, com os 47 artigos que têm relevância científica e/ou estão alinhados com o tema, considerando a leitura de seus títulos e resumos.

Após a verificação de disponibilidade gratuita de seus textos completos, constatou-se que 29 dos 47 artigos do Repositório C não a possuíam. Sendo assim,

foi feita a leitura integral dos 18 artigos que estavam disponíveis gratuitamente, para analisar a aderência ao tema desta pesquisa. Destes, 3 foram descartados por não estarem relacionando Cultura a Desenvolvimento Econômico ou a algum aspecto diretamente ligado a ele.

Portanto, o Portfólio Bibliográfico (PB) desta pesquisa ficou formado por 15 artigos, que representam, aproximadamente, 0,28% dos artigos encontrados na busca inicial.

A

apresenta uma síntese de todos os procedimentos de filtragem utilizados no método.

Figura 3 – Artigo 1: Síntese dos procedimentos de filtragem



Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 1 apresenta o PB, informando periódico, autores, título, ano de publicação e número de citações.

Tabela 1 – Artigo 1: Portfólio Bibliográfico

Periódico	Autores	Título	Ano	Citações
Journal of Economic Literature	*A. Alesina; P. Giuliano*	*Culture and Institutions*	*2015*	*1424*
Revista De Economia Mundial	*F. Liñán; J. Fernández-Serrano; I. Romero*	*Necessity and opportunity entrepreneurship: the mediating effect of culture*	*2013*	*164*
Journal of Corporate Finance	*M. Lievenbruck; T. Schmid*	*Why do firms (not) hedge? - Novel evidence on cultural influence*	*2014*	*104*
B r q - B u s i n e s s Research Quarterly	*L. Fuentelsaz; C. Gonzalez; J. P. Maicas*	*Formal institutions and opportunity entrepreneurship. The contingent role of informal institutions*	*2019*	*96*
Economic Research-Ekonomska Istrazivanja	*I. Kedmenec; S. Strašek*	*Are some cultures more favourable for social entrepreneurship than others?*	*2017*	*65*
Journal of Business Research	*R. Canestrino; M. Cwiklicki; P. Magliocca; B. Pawelek*	*Understanding social entrepreneurship: A cultural perspective in business research*	*2020*	*55*
Journal of Comparative Economics	*L. S. Davis; C. R. Williamson*	*Culture and the regulation of entry*	*2016*	*45*
Innovar	*J. Fernández-Serrano; F. Liñán*	*Culture and entrepreneurship: The case of latin america*	*2014*	*39*
Journal of Business Economics and Management	*M. Celikkol; H. Kitapci; G. Doven*	*Culture's impact on entrepreneurship & interaction effect of economic development level: an 81 country study*	*2019*	*18*
Journal of Policy Modeling	*M. Castellani*	*Does culture matter for the economic performance of countries? An overview of the literature*	*2019*	*15*
Journal of International Management	*E. E. N. Piteli; P. J. Buckley; M. Kafouros*	*Do remittances to emerging countries improve their economic development? Understanding the contingent role of culture*	*2019*	*12*
International Journal of Innovation, Creativity and Change	*I. Al-Jubari; A. Mosbah; Z. Talib; A. Sulaiman; Y. A. Jamal*	*How does culture shape entrepreneurial behaviours?*	*2019*	*4*
Journal of Innovation and Entrepreneurship	*P. C. Kostis*	*Culture, innovation, and economic development*	*2021*	*1*
Central European Journal of Operations Research	*V. Holý; T. Evan*	*The role of a nation's culture in the country's governance: Stochastic frontier analysis*	*2021*	*1*
Journal of Comparative Economics	*J. Graafland; E. de Jong*	*The moderating role of culture on the benefits of economic freedom: Cross-country analysis*	*2021*	*0*

Fonte: Elaboração própria.

2.4 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

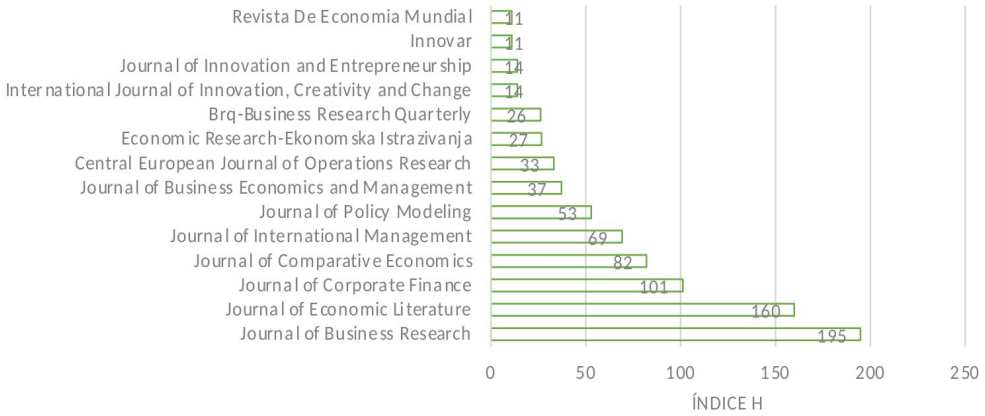
A etapa de Análise Bibliométrica consiste em evidenciar informações do PB, por meio de uma análise estatística de suas características, sendo importante para confirmar a relevância científica dos trabalhos (Afonso et al., 2011; Chagas; Modesti; Borsato, 2020).

A análise será dividida em seis dimensões, tratando dos periódicos, dos artigos, dos autores, das palavras-chave, das referências bibliográficas e da estrutura da relevância científica no PB.

Dos periódicos

A primeira observação a se fazer é com relação aos periódicos, nos quais se verifica que os artigos não estão concentrados, mas divididos em 14 periódicos distintos, dos quais apenas o *Journal of Comparative Economics* apresenta 2 artigos.

Figura 4 – Artigo 1: Índice H dos periódicos do portfólio bibliográfico



Fonte: Elaboração própria.

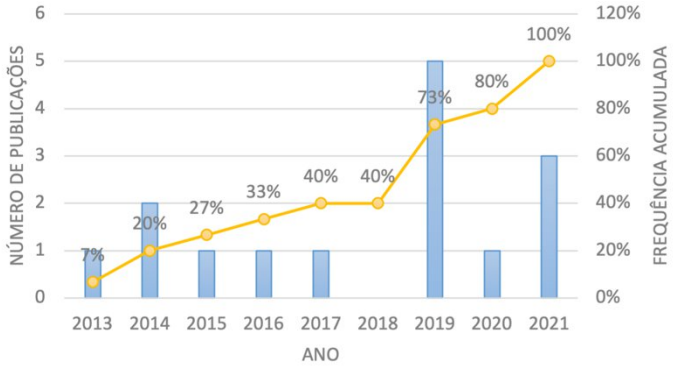
Além disso, foi utilizado o índice H, obtido pelo *SCImago Journal & Country Rank*, para analisar o fator de impacto dos periódicos. A Figura 4 apresenta os periódicos com seus respectivos índices H. Observa-se que os periódicos com maiores índices H são o *Journal of Business Research* e o *Journal of Economic Literature*, sendo este último o que contém o artigo com o maior número de citações do PB. Outro aspecto interessante é que o periódico que contém o artigo com o segundo maior número de citações, *Revista de Economía Mundial*, possui o menor índice H. Esta observação indica a dificuldade em se utilizar índices para comparar os

periódicos, visto que, apesar de, às vezes, um periódico não ser aparentemente relevante, pode possuir artigos que sejam.

Dos artigos

A Figura 5 apresenta o número de artigos publicados por ano, além da distribuição de frequência acumulada. Evidencia-se que 60% das publicações se concentram nos últimos 3 anos, indicando que o tema está sendo discutido. Nota-se uma diminuição do número de publicações em 2020, talvez afetada pela pandemia de Covid-19, visto que o assunto voltou a crescer em 2021.

Figura 5 – Artigo 1: Número de publicações do portfólio por ano e distribuição de frequência acumulada



Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao número de citações dos artigos, observa-se que os artigos com o menor número de citações são os mais recentes, provavelmente pela falta de tempo para serem amplamente citados. Entretanto, destacam-se os artigos *Formal institutions and opportunity entrepreneurship. The contingent role of informal institutions* e *Understanding social entrepreneurship: A cultural perspective in business research* que, apesar de serem recentes, possuem um número elevado de citações. Outro destaque é o artigo *Culture and Institutions*, que possui o maior número de citações, representando, sozinho, aproximadamente 70% do total de citações, sendo também publicado pelo periódico de segundo maior índice H, o *Journal of Economic Literature*.

É importante salientar que, dos 15 artigos do PB, 3 são de revisão de literatura, relacionando a cultura a algum aspecto do desenvolvimento econômico. Dentre eles,

está o artigo *Culture and Institutions*, citado anteriormente, sendo esta mais uma característica interessante desse artigo.

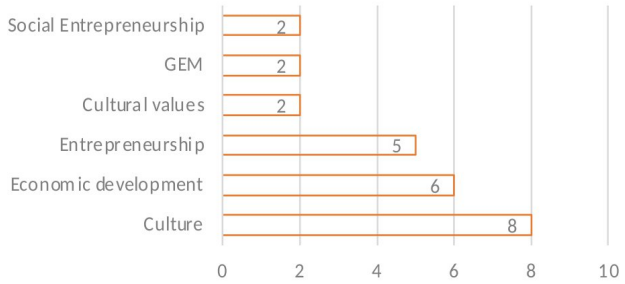
Dos autores

Foi identificado um total de 35 autores nos 15 artigos do PB, sendo que aproximadamente 94% deles escreveram apenas um dos artigos, observando-se a diversidade de autores que publicaram sobre o tema. Destacam-se “F. Liñán” e “J. Fernández-Serrano”, que aparecem em 2 deles, inclusive dividindo os mesmos 2 artigos.

Das palavras-chave

Nos 15 artigos do PB, foram identificadas 42 palavras-chave distintas, sendo “Culture” a mais relevante, aparecendo 8 vezes. A Figura 6 apresenta as palavras-chave que apareceram mais de uma vez no PB.

Figura 6 – Artigo 1: Palavras-chave que mais ocorreram no portfólio bibliográfico

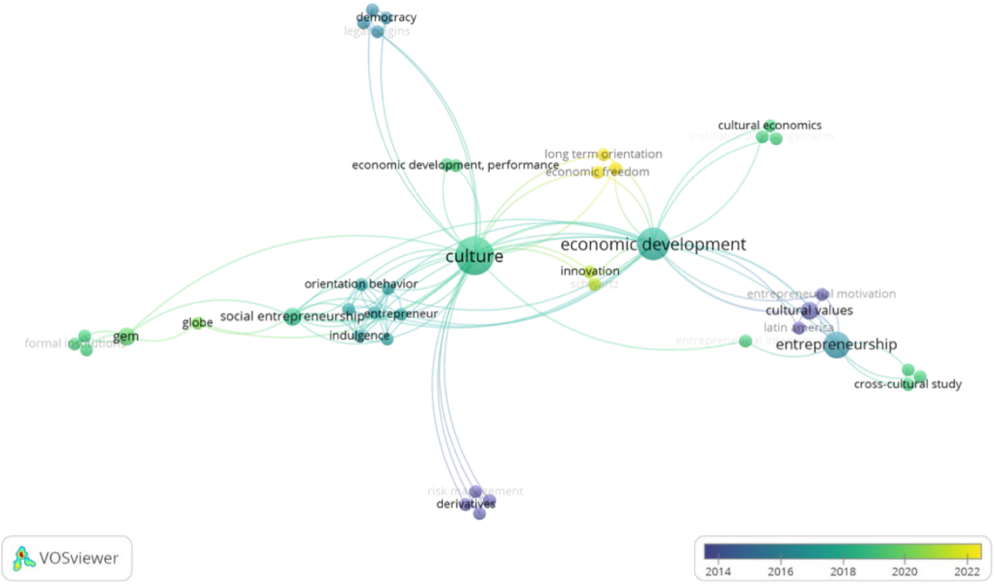


Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 7, são observados os relacionamentos entre as palavras-chave com frequência absoluta superior a 1. A Figura 7 foi gerada utilizando o software de código aberto *VOSviewer*.

Assim como na Figura 6, cabe salientar que as palavras-chave que mais ocorreram são exatamente aquelas utilizadas nesta pesquisa para a seleção do PB.

Figura 7 – Artigo 1: Relacionamento das palavras-chave do portfólio bibliográfico



Fonte: Elaboração própria.

Das referências bibliográficas

Com relação às referências bibliográficas dos artigos do PB, foram identificadas 1014 referências, distribuídas em 506 fontes diferentes, evidenciando uma grande variedade de fontes. A

Tabela 2 apresenta as fontes que mais apareceram nas referências.

Tabela 2 – Artigo 1: Fontes que mais apareceram nas referências do portfólio bibliográfico

Fonte	*Frequência*
American Economic Review	*36*
Journal of International Business Studies	*36*
Quarterly Journal of Economics	*31*
Journal of Business Venturing	*23*
Entrepreneurship Theory and Practice	*22*
Journal of the European Economic Association	*20*
Small Business Economics	*20*

Fonte: Elaboração própria.

Dentre os autores das referências, destacam-se “A. Alesina” e “P. Giuliano”, que aparecem também como autores de artigos do PB. A

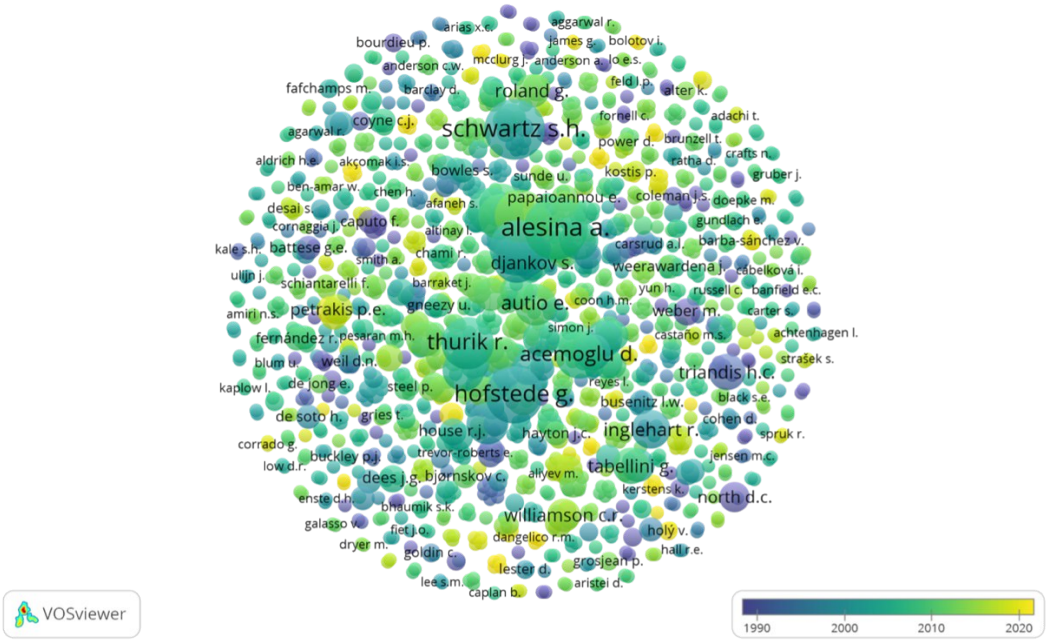
Tabela 3 mostra os autores que mais apareceram nas referências, e a Figura 8 exibe a rede de coautoria dos autores das referências do PB.

Tabela 3 – Artigo 1: Autores que mais apareceram nas referências do portfólio bibliográfico

Autores das Referências	*Frequência*
A. Alesina	*21*
S. H. Schwartz	*19*
G. Hofstede	*17*
A. Shleifer	*16*
P. Giuliano	*14*
R. Thurik	*14*

Fonte: Elaboração própria.

Figura 8 – Artigo 1: Mapa de coautoria dos autores das referências do portfólio bibliográfico

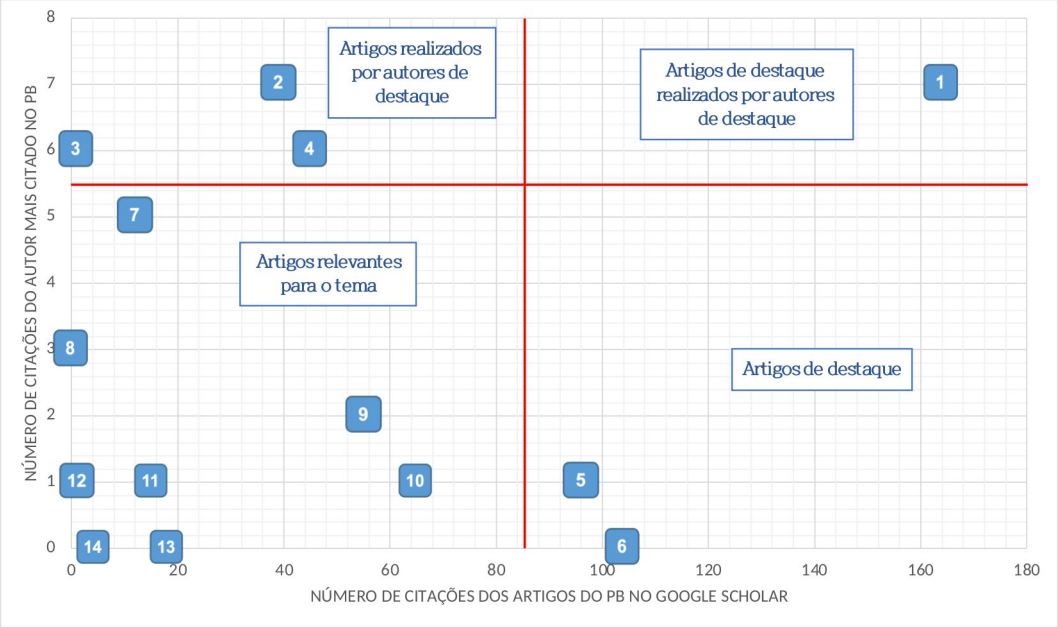


Fonte: Elaboração própria.

Da relevância científica

Analisando o número de citações de cada artigo do PB conjuntamente ao número de citações do autor mais citado do artigo nas referências do PB, identifica-se a relevância científica dos artigos, obtendo-se a matriz de artigos de destaque, apresentada na Figura 9. Cabe salientar que o artigo *Culture and Institutions*, por possuir valores muito acima dos demais nas duas dimensões da matriz, foi retirado para uma melhor análise dos demais artigos do PB. Sendo assim, o artigo *Culture and Institutions* destaca-se por apresentar os maiores valores nas duas dimensões da matriz, indicando maior relevância científica segundo os critérios adotados.

Figura 9 – Artigo 1: Matriz de relevância científica dos artigos do portfólio bibliográfico



1 LIÑÁN et al., 2013
2 FERNÁNDEZ-SERRANO; LIÑÁN, 2014
3 KOSTIS, 2021
4 DAVIS; WILLIAMSON, 2016
5 FUENTELSAZ; GONZÁLEZ; MAICAS, 2019
6 LIEVENBRÜCK; SCHMID, 2014
7 PITELI; BUCKLEY; KAFOUROS, 2019
8 GRAAFLAND; DE JONG, 2022
9 CANESTRINO et al., 2013
10 KEDMENEC; STRAŠEK, 2017
11 CASTELLANI, 2019
12 HOLÝ; EVAN, 2022
13 ÇELIKKOL; KITAPÇI; DÖVEN, 2019
14 AL-JUBARI et al., 2019

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a metodologia do ProKnow-C (Ensslin *et al.*, 2010), os valores de corte para os dois eixos da matriz foram obtidos considerando que ficassem, aproximadamente, 20% dos artigos nos eixos de destaque.

Observa-se, portanto, que, neste PB, excetuando-se o artigo *Culture and Institutions*, tem-se como destaque, em ambos os eixos da matriz, o artigo *Necessity and opportunity entrepreneurship: the mediating effect of culture*, com 164 citações e tendo como autores “F. Liñán” e “J. Fernández-Serrano”, os únicos que apareceram mais de uma vez no PB.

2.5 ANÁLISE SISTÊMICA DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO E OPORTUNIDADES DE PESQUISA

Na Análise Sistêmica, buscou-se identificar, nos 15 artigos do PB, os problemas de pesquisa e os meios de resolvê-los, além das tendências e futuras

oportunidades de pesquisa no tema, a fim de construir o conhecimento tendo uma visão integral do objeto de pesquisa.

Com relação aos problemas de pesquisa, todos relacionavam a Cultura Nacional com algum aspecto econômico, buscando analisar e/ou quantificar essa relação, de forma teórica e/ou empírica.

A Tabela 4 identifica a quais assuntos as dimensões de cultura nacional foram relacionadas, como problema de pesquisa, nos artigos do portfólio.

Tabela 4 – Artigo 1: Problemas de pesquisa dos artigos do PB

Relação Cultura Nacional	Frequência (%)	Artigos
Desenvolvimento Econômico	33%	Alesina e Giuliano, 2015; Castellani, 2019; Graafland e De Jong, 2021; Kostis, 2021; Piteli et al., 2019
Empreendedorismo	33%	Al-Jubari et al., 2019; Celikkol et al., 2019; Fernández-Serrano e Liñán, 2014; Fuentelsaz et al., 2019; Liñán et al., 2013
Empreendedorismo Social	13%	Canestrino et al., 2020; Kedmenec e Strašek, 2017
Regulação de entrada	7%	Davis e Williamson, 2016
Hedging	7%	Lievenbruk e Schmid, 2014
Instituições	7%	Holý e Evan, 2021

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5 – Artigo 1: Métodos de resolução do problema de pesquisa (estatísticos)

Método	Frequência	Artigos
Análise de Correlação e Regressão	4	Davis e Williamson (2016); Graafland e De Jong (2021); Kedmenec e Strašek (2017); Piteli et al. (2019)
Regressão Tobit	2	Fuentelsaz et al. (2019); Lievenbruk e Schmid (2014)
Equações Estruturais	1	Liñán et al. (2013)
Regressão Logística	1	Fernández-Serrano e Liñán (2014)
Regressão de Efeito Aleatório Longitudinal	1	Celikkol et al. (2019)
Componentes Principais	1	Kostis (2021)
Clusters	1	Canestrino et al. (2020)
Fronteira Estocástica	1	Holý e Evan (2021)

Fonte: Elaboração própria.

Levando em consideração a forma de solução do problema de pesquisa, três artigos fizeram revisão de literatura/análise de estudos, sendo eles: Alesina e Giuliano (2015); Al-Jubari et al. (2019) e Castellani (2019). Os restantes utilizaram ferramentas estatísticas para quantificar as relações. A

Tabela 5 especifica os métodos utilizados.

Como já mencionado, existem diversos modelos para mensuração da Cultura Nacional, e o portfólio mostra essa diversidade, apesar de ratificar a afirmação de que o modelo de Hofstede é, de fato, o mais utilizado. A Tabela 6 identifica os modelos de cultura utilizados nos artigos. Cabe ressaltar que um dos artigos, Davis e Williamson (2016), utilizou apenas a dimensão Individualismo, tanto de Hofstede quanto de Schwartz, sendo omitido da Tabela 6.

Tabela 6 – Artigo 1: Modelos de Cultura Nacional

Modelo	*Frequência*	*Artigos*
Hofstede	6	Kedmenec e Strašek (2017); Fuentelsaz et al. (2019); Graafland e De Jong (2021); Celikkol et al. (2019); Lievenbruk e Schmid (2014); Holý e Evan (2021)
Schwartz	3	Liñán et al. (2013); Fernández-Serrano e Liñán (2014); Kostis (2021)
GLOBE	2	Piteli et al. (2019); Canestrino et al. (2020)

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com os artigos, de forma geral, a cultura exerce influência sobre os aspectos econômicos que foram analisados. A Tabela 7 mostra as dimensões culturais que mais apareceram, afetando positiva e negativamente os aspectos econômicos.

Tabela 7 – Artigo 1: Impacto das dimensões de Cultura nos aspectos econômicos

	Dimensão de Cultura Nacional	Frequência	Artigos
Positivo	Individualismo	3	Fuentelsaz et al. (2019); Davis e Williamson (2016); Celikkol et al. (2019)
	Igualitarismo	3	Liñán et al. (2013); Fernández-Serrano e Liñán (2014); Kostis (2021)
	Orientação de longo prazo	3	Graafland e De Jong (2021); Celikkol et al. (2019); Holý e Evan (2021)
	Autonomia	2	Liñán et al. (2013); Fernández-Serrano e Liñán (2014)
Negativo	Aversão à incerteza	4	Piteli et al. (2019); Graafland e De Jong (2021); Fuentelsaz et al. (2019); Canestrino et al. (2020)
	Distância do Poder	2	Kedmenec e Strašek (2017); Holý e Evan (2021)
	Masculinidade	2	Kedmenec e Strašek (2017); Lievenbruk e Schmid (2014)

Fonte: Elaboração própria.

Para trabalhos futuros, foram identificadas algumas possibilidades de pesquisa nos artigos, das quais se citam:

- considerar maior quantidade de dados e países, além de maior intervalo de tempo;
- verificar a possibilidade de incluir dados informais;
- utilizar outras abordagens de análise estatística e também outros modelos de mensuração das dimensões culturais;
- distinguir empreendedorismo formal e informal;
- considerar a heterogeneidade da cultura em um mesmo país;
- analisar se o aumento da globalização e a rápida troca de informações possibilitada pelo desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) levarão a uma convergência das culturas mundiais;
- identificar que combinação de valores é necessária para sustentar o crescimento e o ritmo do empreendedorismo social.

2.6 CONCLUSÃO

Considerando a importância de se obter uma visão geral de um determinado tema, de se identificar quais autores e periódicos são destaque no assunto e, principalmente, de se criar uma base teórica para o desenvolvimento de uma pesquisa, este artigo utilizou o método ProKnow-C para criar um portfólio bibliográfico sobre Cultura Nacional e Desenvolvimento Econômico (Complexidade Econômica), realizando uma análise bibliométrica e sistêmica deste e identificando oportunidades futuras de pesquisa no tema.

As buscas nas bases de dados, por meio do método ProKnow-C, confirmaram a lacuna existente a respeito da relação entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica.

Após a seleção do portfólio, na análise bibliométrica, foram identificados os periódicos, artigos e autores de maior destaque no assunto, além das palavras-chave que mais ocorreram nos artigos selecionados. Analisando as referências bibliográficas dos artigos, foram verificados os periódicos e autores que mais ocorreram. Por fim, na análise de relevância científica, criou-se a matriz de artigos de destaque, obtendo-se, de forma isolada, os artigos realizados por autores com mais citações nas referências do PB e os artigos com mais citações, assim como a intersecção entre esses conjuntos.

Na análise sistêmica, foram destacados os problemas de pesquisa, listando quais aspectos do desenvolvimento econômico foram relacionados à Cultura Nacional, além das formas de resolução do problema, sendo a maioria baseada em técnicas de análise estatística, como correlação e regressão. Também foram identificados os modelos de cultura utilizados, ratificando a afirmação de que as dimensões de Hofstede são as mais utilizadas. Por fim, foram listadas as oportunidades de pesquisa na área que mais foram citadas ou que foram consideradas mais relevantes, encontradas nos artigos do portfólio bibliográfico.

Assim, foram realizadas todas as etapas do método ProKnow-C, construindo uma base teórica relevante para o aprofundamento do estudo da relação entre Cultura Nacional e Desenvolvimento Econômico para, em seguida, diante da lacuna já identificada, estudar e verificar a relação da Cultura Nacional com a Complexidade Econômica.

3 ARTIGO 2 – COMPLEXIDADE ECONÔMICA E CULTURA NACIONAL: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA RENDA

3.1 INTRODUÇÃO

Diversas são as pesquisas recentes que indicam as dimensões culturais como determinantes para as condições econômicas dos países, incluindo a velocidade de seu desenvolvimento e sua riqueza (Alesina; Giuliano, 2015). Além disso, é evidente que existem diferenças culturais substanciais entre os países, e o estudo destas diferenças tem se avolumado nos últimos anos, buscando relacioná-las às diferenças econômicas, sociais, institucionais e científicas das nações (Fernández-Serrano; Liñán, 2014).

Nas decisões financeiras corporativas, por exemplo, as pesquisas empíricas ignoravam os fatores culturais, mas surgiu uma recente e crescente literatura que investiga tal fato (Lievenbrück; Schmid, 2014). No que tange às instituições, Alesina e Giuliano (2015) investigaram a relação destas com a cultura, definindo os termos adequadamente e buscando identificar se haveria nexo causal entre elas e como elas interagem. Davis e Williamson (2016) analisaram o papel da cultura em determinar características do regime regulatório de uma sociedade, concentrando-se na dimensão associada ao individualismo e coletivismo.

De acordo com Liñán, Romero Luna e Fernández-Serrano (2013), é considerável a atenção que a literatura vem concedendo à relação entre o nível de desenvolvimento econômico e a taxa de atividade empreendedora dos países. Fernández-Serrano e Liñán (2014) buscaram identificar se os valores culturais e o empreendedorismo determinam o nível de desenvolvimento de uma economia e até que ponto cultura e empreendedorismo interagem. Analisando conjuntamente as instituições formais e as informais, Fuentelsaz, González e Maicas (2019) consideraram a influência das dimensões culturais associadas ao individualismo e à aversão à incerteza na relação entre o desenvolvimento das instituições e o empreendedorismo por oportunidade. As hipóteses sugeridas são de que esta relação é moderada por aquelas dimensões culturais das instituições informais. Para preencher uma lacuna na literatura, analisando a complexa relação entre desenvolvimento, cultura e empreendedorismo, Liñán, Romero Luna e Fernández-

Serrano (2013) propôs um quadro teórico no qual os valores culturais atuam como um fator mediador na relação entre o desenvolvimento econômico (PIB per capita) e a atividade empreendedora, implicando também um efeito de interação entre os valores culturais e a renda per capita.

Segundo Hartmann et al. (2017), a introdução de medidas de “complexidade econômica” ampliou nossa capacidade de quantificar a estrutura produtiva de um país e reavivou o interesse pelo papel macroeconômico das transformações estruturais. Afirmam, ainda, que tais medidas receberam ampla atenção porque são altamente preditivas do crescimento econômico, tornando-as relevantes para o bem-estar social. Hidalgo (2021) sustenta que o estudo empírico da complexidade econômica acelerou na última década, com o surgimento de novos dados e métodos. Garante que, assim como as abordagens tradicionais da economia, a complexidade econômica se concentra na dualidade entre entradas e saídas econômicas. Mas, ao contrário das abordagens tradicionais, que agregam a produção ou assumem a natureza dos insumos, os métodos de complexidade abrangem dados refinados sobre milhares de atividades econômicas para aprender tanto os fatores abstratos de produção quanto a maneira como eles se combinam em milhares de resultados. Alega, ainda, que, além de dados e métodos, o estudo da complexidade econômica foi motivado por outras tendências importantes, como o renascimento da política industrial, o crescimento da inteligência artificial (IA) e o desenvolvimento da teoria do crescimento endógeno.

Para Hidalgo e Hausmann (2009), a produtividade de um país reside na diversidade de suas “capacidades” não comercializáveis disponíveis e, portanto, as diferenças de renda entre países podem ser explicadas por diferenças na complexidade econômica, medida pela diversidade de capacidades presentes em um país e suas interações.

Economias complexas que produzem e exportam uma gama diversificada de produtos sofisticados (de alta produtividade), incluindo automóveis, eletrônicos e produtos químicos, têm maior probabilidade de experimentar um crescimento sustentado (Felipe et al., 2012; Hidalgo, 2021). Por outro lado, países cujas estruturas econômicas compreendem produtos menos complexos (de baixa produtividade), como matérias-primas, madeira e têxteis, tendem a sofrer de subdesenvolvimento persistente (Vu, 2022).

Hartmann et al. (2017) contribuíram com a literatura sobre complexidade econômica, desigualdade de renda e transformações estruturais, documentando uma correlação forte, robusta e estável entre o nível de complexidade econômica de um país (representado pelo Índice de Complexidade Econômica) e seu nível de desigualdade de renda durante 1963–2008. Descobriram que essa correlação é robusta para controlar uma variedade de fatores que devem explicar as variações entre países na desigualdade de renda, como o nível de educação de um país, instituições e concentração de exportações.

De acordo com Vu (2022), diversos estudos recentes encontraram evidências de que a complexidade econômica é importante para muitos resultados econômicos. Hartmann et al. (2017) e Lee e Vu (2020) revelam que a complexidade econômica está associada a uma menor desigualdade de renda. Vários trabalhos, como os de Hidalgo e Hausmann (2009), Zhu e Li (2017) e Gao e Zhou (2018), estabeleceram empiricamente uma associação positiva entre a complexidade e as taxas de crescimento econômico. Outros estudos afirmam, ainda, que economias complexas apresentam melhores resultados de saúde (Vu, 2020), maior parcela da renda dos trabalhadores (Arif, 2021) e níveis mais baixos de emissões de gases de efeito estufa per capita (Romero; Gramkow, 2021).

De forma geral, a literatura revela que a complexidade econômica é um fator determinante do desenvolvimento comparativo entre países. Assim, uma melhor compreensão das causas profundas das diferenças internacionais em complexidade desempenha um papel importante na formulação de políticas relevantes que ajudam a aliviar a persistência do subdesenvolvimento em muitas partes do mundo, o que fornece uma forte motivação para investigar fatores que moldam a evolução da complexidade econômica (Vu, 2022).

Assim, considerando a lacuna identificada na literatura, evidenciada na revisão sistemática feita por Lima e Crepaldi (2022), este artigo tem como objetivo analisar as correlações entre as dimensões de Cultura Nacional, segundo Hofstede, e os Índices de Complexidade Econômica dos países no mundo, verificando diferenças em tais correlações ao separar os países por nível de renda. Também objetiva determinar a magnitude das relações que possam existir entre esses dois conjuntos de variáveis, por meio de uma Análise de Correlação Canônica (ACC).

3.2 CULTURA E COMPLEXIDADE ECONÔMICA

Nesta seção, são apresentadas visões gerais das dimensões culturais e dos índices de complexidade econômica. Assim, com base na literatura, são levantadas as hipóteses das possíveis correlações entre eles.

3.2.1 Cultura

Por se tratar de um conceito multidimensional, a definição de cultura é de difícil precisão; entretanto, pode-se dizer que seja um conjunto de valores comuns a uma determinada sociedade, que influenciam seu comportamento, inclusive em questões econômicas. De acordo com Hofstede, Hofstede e Minkov (2010), a cultura é a programação coletiva da mente que distingue os membros de um grupo ou categoria de pessoas de outros.

Diversos estudiosos desenvolveram modelos para mensurar a Cultura Nacional (GLOBE, [s. d.]; Inglehart, 1997; Schwartz, 2006; Hofstede; Hofstede; Minkov, 2010; Hall; Hall, 1990; Trompenaars; Hampden-Turner, 2011; Steenkamp, 2001). Porém, por ter sido validado em diversos contextos e por longos períodos, com dados cobrindo uma quantidade significativa de países, o modelo de Hofstede é o que melhor satisfaz os critérios de validade e disponibilidade (Gamlath, 2017).

As dimensões de cultura de Hofstede foram desenvolvidas empiricamente ao se pesquisar cerca de 100.000 funcionários da IBM em 66 países. Inicialmente, diferenciou quatro dimensões culturais quantificáveis: distância do poder, individualismo-coletivismo, masculinidade-feminilidade e aversão à incerteza. A quinta dimensão, orientação de longo prazo, foi acrescentada na década de 1980, com base nas pesquisas do psicólogo Michael Harris Bond. E, por fim, nos anos 2000, Michael Minkov utilizou dados do World Values Survey, acrescentando a sexta dimensão, indulgência-restrição (Hofstede; Hofstede; Minkov, 2010). As dimensões culturais de Hofstede refletem as diferenças nacionais estáveis, pois, apesar de evoluírem, as culturas tendem a se mover juntas em mais ou menos uma mesma direção cultural (Minkov; Hofstede, 2011). No modelo de Hofstede, para cada país e para cada dimensão, é atribuída uma pontuação de 0 a 100. A seguir, são especificadas as

definições de cada dimensão, de acordo com Hofstede, Hofstede e Minkov (2010) e Çelikkol (2019).

A Distância do Poder (PDI) é uma medida que indica até que ponto os membros menos poderosos de instituições e organizações dentro de um país esperam e aceitam que o poder seja distribuído de forma desigual. Maiores pontuações indicam maior aceitação de desigualdades de poder.

O Individualismo-Coletivismo (IDV) diferencia sociedades nas quais os laços entre os indivíduos são frouxos, onde se espera que todos cuidem de si mesmos e de sua família imediata apenas e, como seu oposto, aquelas sociedades nas quais as pessoas, desde o nascimento, são integradas em grupos fortes e coesos, que, ao longo da vida das pessoas, continuam a protegê-las em troca de lealdade inquestionável. Maiores pontuações indicam maior individualismo, maior autossuficiência.

A Masculinidade-Feminilidade (MAS) diferencia as sociedades chamadas masculinas das sociedades chamadas femininas. Nas masculinas, os papéis de gênero são bem definidos, quando os homens devem ser confiantes, decididos, vigorosos e focados no sucesso material, enquanto as mulheres devem ser mais prudentes, atenciosas e preocupadas com a qualidade de vida, uma cultura voltada para o sucesso, valorização, competitividade e afiliação. Nas femininas, os papéis de gênero se sobrepõem, uma cultura onde homens e mulheres devem ser modestos, afetuosos e preocupados com a qualidade de vida. Maiores pontuações indicam maior masculinidade.

A Aversão à Incerteza (UAI) é uma medida que indica o quanto os membros de uma cultura se sentem ameaçados por situações ambíguas ou desconhecidas, refletindo o grau de medo ou ansiedade em situações incertas, conduzindo a mais regras e procedimentos claros. Em culturas com baixa aversão à incerteza, os membros ficam relativamente mais à vontade com situações desconhecidas. Maiores pontuações indicam maior aversão.

A Orientação de Longo Prazo (LTO) representa o encorajamento de virtudes voltadas para recompensas futuras, como perseverança e parcimônia. Ao contrário, a Orientação de Curto Prazo representa o encorajamento de virtudes relacionadas ao passado e ao presente, como respeito pelos costumes, hábitos e cumprimento das obrigações sociais. Maiores pontuações indicam maior orientação de longo prazo.

A Indulgência-Restrição (IVR) diferencia sociedades onde os indivíduos se sentem confortáveis quando gastam dinheiro e se divertem sozinhos ou em atividades sociais, de sociedades onde várias normas e proibições sociais restringem as ações das pessoas, além de se ver como inapropriadas a satisfação dos desejos humanos e a busca da felicidade. Maiores pontuações indicam maior indulgência.

3.2.2 Complexidade Econômica

As medidas de Complexidade Econômica ampliaram a capacidade de quantificar a estrutura produtiva de um país e reavivaram o interesse no papel macroeconômico das transformações estruturais. Além disso, receberam ampla atenção, pois são altamente preditivas do crescimento econômico futuro, o que as torna relevantes para o bem-estar social, uma vez que o crescimento econômico e a renda média estão correlacionados com os níveis absolutos de pobreza e bem-estar social do país (Hartmann et al., 2017).

A Complexidade Econômica permite comparar internacionalmente as capacidades produtivas dos países, com base no mix de produtos embutidos em suas estruturas econômicas (Hidalgo; Hausmann, 2009).

Compreender melhor as causas profundas das diferenças internacionais em complexidade auxilia na formulação de políticas relevantes que possam aliviar a persistência do subdesenvolvimento, fornecendo uma motivação para a investigação de fatores que moldam a evolução da complexidade econômica (Vu, 2022).

As métricas de complexidade funcionam, pois capturam informações sobre estruturas produtivas que fogem de métricas agregadas simples (PIB ou índices de concentração de mercado), pois agrupam valores independentemente do tipo de atividade. Ao contrário, as métricas de complexidade econômica captam informações sobre a sofisticação das atividades, implícitas em sua distribuição geográfica. Para índices de concentração de mercado, um país que exporta 80% de bananas e 20% de carros é o mesmo que um país que exporta 80% de carros e 20% de bananas. As métricas de complexidade econômica incorporam informações sobre a sofisticação de cada atividade, implícitas em padrões espaciais de especialização (Stojkoski; Koch; Hidalgo, 2023a).

As métricas de complexidade econômica comumente utilizadas são baseadas em dados comerciais, que, apesar de serem comparáveis internacionalmente, têm a desvantagem de favorecer países que estejam próximos a economias avançadas. Elas podem superestimar a complexidade econômica de países integrados às cadeias de valor de vizinhos sofisticados e subestimar a complexidade de países geograficamente distantes dos mercados globais. Stojkoski, Koch e Hidalgo (2023a) apresentam uma abordagem multidimensional à complexidade econômica, superando algumas dessas limitações. Os dados sobre exportações por produto, patentes por tecnologia e trabalhos de pesquisa por área científica foram combinados para estimar três métricas independentes de complexidade para mais de 100 países. Essas métricas foram utilizadas para explicar variações internacionais no crescimento econômico, desigualdade de renda e intensidade das emissões de gases de efeito estufa. A abordagem multidimensional melhorou significativamente os resultados e também mostrou que as três métricas se combinam de maneira diferente para cada um dos resultados (Stojkoski; Koch; Hidalgo, 2023b).

3.2.3 Hipóteses de pesquisa

Considerando as dimensões de cultura, segundo Hofstede, Hofstede e Minkov (2010), e as associações encontradas na literatura, de acordo com Lima e Crepaldi (2022), as seguintes hipóteses de correlação entre as dimensões de cultura e os índices de Complexidade Econômica são colocadas:

Hipótese 1 (H1). *Países com menor Distância do Poder (PDI-) terão índices de complexidade econômica mais altos.*

Os resultados de Kedmenec e Strašek (2017) indicam uma associação negativa entre a distância do poder e a atividade empresarial social, o que está alinhado com estudos prévios, que mostraram que culturas com valores mais fortes de distância do poder estão fortemente associadas, negativamente, ao nível de inovação e podem encorajar os gestores a mostrar pouca preocupação com as partes interessadas, como funcionários, ambientalistas e clientes (Waldman et al., 2006; Rinne; Steel; Fairweather, 2012). Da mesma forma, Ringov e Zollo (2007) observaram que culturas que apresentam preconceito quanto à distância do poder têm um impacto

negativo significativo na responsabilidade social corporativa. Na pesquisa de Holý e Evan (2021) sobre o efeito das Dimensões Culturais de Hofstede nos Indicadores de Governança Mundial, a distância do poder revelou um efeito negativo, desempenhando um papel significativo em cinco dos seis indicadores estudados, indicando seu impacto universal.

Assim, uma menor distância entre as camadas hierárquicas pode incentivar uma maior disseminação de conhecimento, participação e troca de ideias, o que, por sua vez, pode estimular inovação e diversificação econômica.

Hipótese 2 (H2). *Países com maior Individualismo (IDV+) terão índices de complexidade econômica mais altos.*

O estudo conduzido por Davis e Williamson (2016) demonstra que sociedades mais individualistas tendem a apresentar menor regulamentação na entrada de novas empresas. Este efeito é consistente em diversas medidas de individualismo e é ampliado em sociedades democráticas com tradição de direito consuetudinário, indicando que a cultura exerce influência direta sobre as políticas regulatórias. Democracias e tradições legais têm maior flexibilidade para responder às preferências sociais. Em consonância, os resultados da pesquisa conduzida por Fuentelsaz, González e Maicas (2019) indicam que, em países mais individualistas, a relação entre instituições formais e empreendedorismo é mais robusta, especialmente em contextos com menor aversão à incerteza. Contudo, existem exceções, como observado na Alemanha, onde o empreendedorismo é baixo apesar de seu alto índice de individualismo e instituições fortes. Esses achados são corroborados por Çelikkol, Kitapçı e Döven (2019), que confirmam que o individualismo é uma dimensão que favorece o empreendedorismo, em linha com teorias e pesquisas prévias. A análise revela que o individualismo, juntamente com outras dimensões culturais, como Masculinidade e Orientação a Longo Prazo, interage com o nível de desenvolvimento econômico dos países, influenciando as taxas de sucesso do empreendedorismo, embora não de forma significativa.

Portanto, o foco em iniciativas individuais pode levar a uma busca mais intensa por inovação, competição saudável e abertura a novas oportunidades econômicas.

Hipótese 3 (H3). *Países com menor Masculinidade (MAS-) terão índices de complexidade econômica mais altos.*

No estudo realizado por Kedmenec e Strašek (2017), os resultados apontam que níveis mais baixos de masculinidade estão correlacionados com uma maior incidência de empreendimentos empresariais sociais jovens, em consonância com pesquisas anteriores sobre responsabilidade social corporativa (Ringov; Zollo, 2007), que evidenciaram que culturas caracterizadas por valores mais pronunciados de masculinidade têm um impacto negativo significativo nessa dimensão. A análise suplementar revelou que, em economias orientadas por fatores, níveis mais baixos de masculinidade tendem a favorecer o desenvolvimento do empreendedorismo social. Além disso, os resultados de Lievenbrück (2014) indicaram que a masculinidade influencia as decisões de hedge, demonstrando que esta dimensão, que mensura o quanto a assertividade, o materialismo e o heroísmo são valorizados por uma sociedade, reduz a probabilidade de utilização de derivativos.

Desta forma, uma menor ênfase nas características masculinas tradicionais pode estimular a diversificação econômica, permitindo a incorporação de perspectivas variadas e abordagens menos convencionais.

Hipótese 4 (H4). *Países com menor Aversão à Incerteza (UAI-) terão índices de complexidade econômica mais altos.*

Piteli, Buckley e Kafouros (2019) identificaram que o coeficiente de interação entre as remessas (transferência de fundos por trabalhadores migrantes para seus países de origem) e a aversão à incerteza é negativo, corroborando a hipótese de que os efeitos das remessas no desenvolvimento econômico são atenuados em países com níveis mais elevados de aversão à incerteza. Por sua vez, os resultados de Graafland e De Jong (2022) indicam que a aversão à incerteza reduz a relação positiva entre a liberdade econômica e o rendimento per capita, sugerindo que políticas de mercado livre são mais eficazes na promoção do desenvolvimento econômico em sociedades com baixa aversão à incerteza. Na pesquisa conduzida por Fuentelsaz, González e Maicas (2019), observou-se que, em nações com menor aversão à incerteza, a relação entre instituições formais e empreendedorismo é mais robusta, ampliando, assim, as oportunidades para iniciativas empreendedoras.

À vista disso, menor aversão à incerteza pode indicar uma maior disposição para explorar novas áreas de negócios, adotar abordagens inovadoras e experimentar novas tecnologias.

Hipótese 5 (H5). *Países com maior Orientação de Longo Prazo (LTO+) terão índices de complexidade econômica mais altos.*

O estudo conduzido por Graafland e De Jong (2022) revela que a orientação de longo prazo intensifica o efeito positivo da liberdade econômica no rendimento per capita. Em países com altos índices nessa orientação, a relação entre liberdade econômica e desenvolvimento econômico é mais robusta, como evidenciado por um coeficiente de interação positivo entre orientação de longo prazo e liberdade econômica. Por sua vez, os resultados de Çelikkol, Kitapçı e Döven (2019) em relação à orientação de longo prazo sugerem uma associação positiva com o empreendedorismo, reforçando conclusões prévias e validando a hipótese proposta por eles. Além disso, a pesquisa conduzida por Holý e Evan (2021) demonstra que a orientação de longo prazo exerce uma influência positiva na governança, desempenhando um papel significativo em cinco dos seis indicadores analisados, indicando, assim, um impacto universal.

Assim, uma perspectiva de longo prazo pode promover investimentos contínuos em pesquisa, desenvolvimento e infraestrutura, contribuindo para uma economia diversificada e inovadora.

Hipótese 6 (H6). *Países com maior Indulgência (IVR+) terão índices de complexidade econômica mais altos.*

Kedmenec e Strašek (2017), em sua pesquisa, mostram que há correlação entre o nível de indulgência e a atividade empreendedora social. Embora não haja dados suficientes para analisar economias orientadas por fatores, a associação é geralmente positiva e significativa em economias impulsionadas pela inovação. Os achados da investigação conduzida por Çelikkol, Kitapçı e Döven (2019) sugerem que a indulgência está positivamente associada ao empreendedorismo, evidenciando um suporte substancial a esta relação. Conforme indicado pela pesquisa de Fuentelsaz, González e Maicas (2019), os resultados revelam que a associação entre indulgência e o nível de empreendedorismo de oportunidade é positiva e estatisticamente

significativa. Além disso, a indulgência demonstra exercer um impacto positivo na governança, conforme identificado pela pesquisa de Holý e Evan (2021).

Portanto, uma atitude mais indulgente pode favorecer a criatividade, a experimentação e a disposição de assumir riscos, fatores que tendem a estimular a complexidade econômica por meio de novas atividades e empreendimentos.

3.3 METODOLOGIA

Neste artigo, serão analisadas, por meio do Coeficiente de Correlação de Pearson, a força das relações entre as dimensões culturais, extraídas do banco de dados de Hofstede (https://geerthofstede.com/research-and-vsm/dimension-data-matrix/), e os índices de complexidade econômica, extraídos do banco de dados do Observatório de Complexidade Econômica (https://oec.world/en/rankings/eci/hs6/hs07). Além da análise geral, será feita a análise ao se dividir os países por nível de renda, de acordo com a classificação do Banco Mundial (https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups), como uma forma de controlar possíveis impactos culturais sobre os diferentes níveis de economias. A classificação de renda se dá em quatro níveis: alta, média-alta, média-baixa e baixa.

Como uma forma de aprofundar a análise dessas correlações e mensurar suas magnitudes, será realizada uma ACC (Análise de Correlação Canônica), técnica de análise multivariada indicada nesta situação, visto que o objetivo é examinar a relação entre dois conjuntos de múltiplas variáveis.

Os resultados obtidos por esta técnica podem sugerir respostas sobre o número de maneiras nas quais os dois conjuntos de variáveis múltiplas estão relacionados, as forças e a natureza dessas relações (Hair et al., 2009).

De forma geral, a ACC pode ser expressa como:

$$U = a_1X_1 + a_2X_2 + \cdots + a_pX_p$$

$$V = b_1Y_1 + b_2Y_2 + \cdots + b_qY_q$$

onde U e V representam as variáveis canônicas, X e Y representam os dois conjuntos de variáveis analisadas, e a e b são os respectivos coeficientes canônicos.

A ACC desenvolve funções canônicas independentes que maximizam a correlação entre as composições lineares (variáveis estatísticas canônicas), as quais

são conjuntos de variáveis dependentes e independentes. Cada função canônica se baseia na correlação entre duas variáveis estatísticas canônicas, uma para as variáveis dependentes e outra para as independentes. A técnica não termina com a derivação de uma única relação entre os conjuntos de variáveis, mas diversas funções canônicas (pares de variáveis estatísticas canônicas) podem ser obtidas (Hair et al., 2009).

Para geração dos resultados, tanto das correlações de Pearson quanto da ACC, será utilizado o software RStudio.

Os dados mais recentes disponíveis de complexidade são de 2021, sendo assim, também foi utilizada a classificação de renda de 2021. Para os dados de cultura, os dados disponíveis são de 2010, atualizados em 2015.

Tabela 8 – Artigo 2: Classificação dos países da amostra

Nível de renda	Tamanho da amostra (porcentagem)	Países
Alta	32 (62%)	Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, Coréia do Sul, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Holanda, Hong Kong, Hungria, Irlanda, Itália, Japão, Lituânia, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, República Tcheca, Romênia, Singapura, Suécia, Suíça, Uruguai.
Média-Alta	12 (23%)	Argentina, Brasil, Bulgária, China, Colômbia, Malásia, México, Peru, Rússia, Sérvia, Tailândia, Turquia.
Média-Baixa	8 (15%)	Bangladesh, Filipinas, Índia, Indonésia, Irã, Marrocos, Paquistão, Vietnã.

Fonte: Elaboração própria.

A abrangência de países variou para cada índice de complexidade e, também, para a cultura e a classificação de renda do Banco Mundial. Para o Índice de Complexidade Econômica (ICE) sobre exportações, a abrangência foi de 130 países, para o ICE sobre patentes foi de 90 países e para o ICE sobre trabalhos de pesquisa foi de 129 países. Já para a cultura, para todas as seis dimensões, os dados estavam disponíveis para 61 países e, para a classificação de renda, para 217 países. Entretanto, apenas para 52 países todos os dados estavam disponíveis, como mostra a Tabela 8. É importante salientar que nenhum país classificado como de baixa renda

possuía todos os dados e, portanto, a análise por nível foi feita apenas para as outras três classificações.

3.4 RESULTADOS

Na

Tabela 9 são apresentadas a média, a mediana, o desvio padrão e a amplitude de todas as variáveis utilizadas na análise, agrupadas de acordo com o nível de renda do país.

Tabela 9 – Artigo 2: Estatísticas descritivas para índices de complexidade econômica e dimensões culturais de acordo com o nível de renda dos países

	RENDA					
	Alta (N = 32)		**Média-Alta (N = 12)**		**Média-Baixa (N = 8)**	
ICE (Exportações)	M = 1,130	Dp = 0,574	M = 0,536	Dp = 0,510	M = -0,059	Dp = 0,548
	A = 2,418	Md = 1,255	A = 1,733	Md = 0,599	A = 1,594	Md = -0,027
ICE (Patentes)	M = 0,897	Dp = 0,473	M = 0,489	Dp = 0,520	M = -0,306	Dp = 0,756
	A = 1,997	Md = 1,001	A = 1,484	Md = 0,539	A = 2,347	Md = -0,301
ICE (Pesquisas)	M = 1,175	Dp = 0,785	M = 0,394	Dp = 0,530	M = -0,116	Dp = 0,341
	A = 2,664	Md = 1,534	A = 1,733	Md = 0,298	A = 1,229	Md = -0,125
PDI	M = 50,875	Dp = 20,780	M = 74,083	Dp = 14,286	M = 72,750	Dp = 12,521
	A = 89,000	Md = 52,000	A = 51,000	Md = 69,500	A = 39,000	Md = 73,500
IDV	M = 57,031	Dp = 22,051	M = 28,333	Dp = 10,192	M = 29,375	Dp = 14,212
	A = 73,000	Md = 61,500	A = 33,000	Md = 28,000	A = 34,000	Md = 26,000
MAS	M = 48,719	Dp = 24,698	M = 49,500	Dp = 11,821	M = 50,875	Dp = 7,791
	A = 95,000	Md = 50,000	A = 35,000	Md = 47,000	A = 24,000	Md = 51,500
UAI	M = 65,531	Dp = 24,392	M = 74,833	Dp = 21,096	M = 52,375	Dp = 14,142
	A = 91,000	Md = 67,500	A = 65,000	Md = 83,500	A = 40,000	Md = 53,500
LTO	M = 53,999	Dp = 21,540	M = 44,563	Dp = 24,101	M = 40,271	Dp = 19,154
	A = 78,841	Md = 55,542	A = 74,307	Md = 42,317	A = 48,363	Md = 48,489
IVR	M = 48,295	Dp = 18,575	M = 48,865	Dp = 25,002	M = 28,348	Dp = 13,951
	A = 62,054	Md = 47,656	A = 81,473	Md = 47,656	A = 41,964	Md = 30,804

Fonte: Elaboração própria.
Nota: M – média, Dp – desvio padrão, A – amplitude, Md – mediana.

Em relação aos índices de complexidade, destacam-se índices maiores nos países de alta renda, que diminuem nos países de renda média-alta e se tornam negativos nos países de renda média-baixa. Outra característica observada nas estatísticas descritivas desses índices são as dispersões. Nos países de renda alta,

há uma maior dispersão no índice baseado nos trabalhos de pesquisa científica. Nos de renda média-alta, os três índices estão equilibrados em dispersão. E, nos de renda média-baixa, o índice baseado nas patentes de tecnologia se destaca com uma dispersão significativamente maior.

Para as dimensões de cultura, há maiores valores de distância de poder e menores valores de individualismo (maior coletivismo) para os países de renda média-alta e média-baixa. Também há menores valores de indulgência (maior restrição) para os de renda média-baixa. Sobre as dispersões, os países de renda alta são os que apresentam as maiores em todas as dimensões, com exceção da dimensão de Indulgência-Restrição, que possui maior dispersão nos países de renda média-alta.

Tabela 10 – Artigo 2: Correlações entre o nível de distância do poder e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países

		ICE (Trade)	ICE (Tech)	ICE (Research)
PDI (Geral) N = 52	r (pearson)	-0,224	-0,429***	**-0,705*** **
	p-valor	0,111	0,002	0,000
PDI (Alta) N = 32	r (pearson)	-0,028	-0,433**	**-0,654*** **
	p-valor	0,881	0,013	0,000
PDI (Média-Alta) N = 12	r (pearson)	0,545*	0,123	-0,388
	p-valor	0,067	0,702	0,213
PDI (Média-Baixa) N = 8	r (pearson)	0,494	0,065	-0,324
	p-valor	0,213	0,879	0,434

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Negrito para correlação forte (> |0,6|), sublinhado para correlação moderada (< |0,6| e > |0,3|); *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

A

Tabela 10 mostra as correlações entre o nível de distância do poder e os três índices de complexidade econômica, na análise geral e para os três níveis de renda. Para a maioria dos resultados, os coeficientes de correlação são negativos. Os mais significativos e mais fortes estão na relação com o índice de complexidade baseado nas pesquisas científicas, tanto na análise geral quanto para os países de renda alta. Também há uma correlação moderada com o índice baseado nas patentes tecnológicas, para todos os países e para aqueles de alta renda. A única relação positiva com alguma significância, apesar de fraca, é com o índice de complexidade sobre exportações, para os países de renda média-alta. Entretanto, é preciso cautela, pois, além da baixa significância, o tamanho da amostra nesse nível de renda é

pequeno. Assim, de forma geral e para os países de alta renda, confirma-se a hipótese H1, que propõe que os países com menor distância do poder (PDI-) possuem maiores índices de complexidade econômica baseados em patentes e em pesquisas.

Na Tabela 11, as correlações entre o nível de individualismo-coletivismo e os três índices de complexidade econômica, na análise geral e para os três níveis de renda, são todas positivas, com uma exceção (não significativa). Novamente, os coeficientes mais significativos e mais fortes estão na relação com o índice de complexidade baseado nas pesquisas científicas, na análise geral e para os países de renda alta, além de uma correlação moderada, mas de baixa significância, para os países de renda média-alta. Mais uma vez, há uma correlação moderada com o índice baseado nas patentes tecnológicas, para todos os países e para aqueles de alta renda, mas também uma correlação forte, apesar da baixa significância, para os países de renda média-baixa. A novidade encontra-se na correlação moderada, de alta significância, com o índice de complexidade sobre exportações. Dessa forma, na análise geral, confirma-se a hipótese H2, que propõe que os países com maior individualismo (IDV+) possuem maiores índices de complexidade econômica.

Tabela 11 – Artigo 2: Correlações entre o nível de individualismo-coletivismo e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países

		ICE (Trade)	ICE (Tech)	ICE (Research)
IDV (Geral) N = 52	r (pearson)	0,375***	0,557***	**0,735*** **
	p-valor	0,006	0,000	0,000
IDV (Alta) N = 32	r (pearson)	0,008	0,421**	**0,676*** **
	p-valor	0,965	0,017	0,000
IDV (Média-Alta) N = 12	r (pearson)	0,013	0,159	0,562*
	p-valor	0,968	0,622	0,057
IDV (Média-Baixa) N = 8	r (pearson)	0,412	**0,700***	-0,089
	p-valor	0,311	0,053	0,834

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Negrito para correlação forte (> |0,6|), sublinhado para correlação moderada (< |0,6| e > |0,3|); *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

As correlações entre o nível de masculinidade-feminilidade e os três índices de complexidade econômica, na análise geral e para os três níveis de renda, são apresentadas na Tabela 12. O único coeficiente em destaque possui baixa significância e indica uma correlação praticamente fraca. Todos os coeficientes são não significativos, indicando que esta dimensão cultural não apresenta associação

direta, positiva ou negativa, com a complexidade econômica dos países. Assim, a hipótese H3 não pode ser aceita.

Tabela 12 – Artigo 2: Correlações entre o nível de masculinidade-feminilidade e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países

		ICE (Trade)	ICE (Tech)	ICE (Research)
MAS (Geral) N = 52	r (pearson)	0,191	-0,035	-0,038
	p-valor	0,176	0,804	0,792
MAS (Alta) N = 32	r (pearson)	0,307*	0,036	-0,037
	p-valor	0,088	0,843	0,840
MAS (Média-Alta) N = 12	r (pearson)	0,202	-0,242	0,237
	p-valor	0,530	0,448	0,458
MAS (Média-Baixa) N = 8	r (pearson)	0,278	-0,106	-0,387
	p-valor	0,504	0,803	0,343

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Negrito para correlação forte (> |0,6|), sublinhado para correlação moderada (< |0,6| e > |0,3|); *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

Tabela 13 – Artigo 2: Correlações entre o nível de aversão à incerteza e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países

		ICE (Trade)	ICE (Tech)	ICE (Research)
UAI (Geral) N = 52	r (pearson)	-0,118	-0,048	-0,135
	p-valor	0,405	0,735	0,340
UAI (Alta) N = 32	r (pearson)	-0,132	-0,136	-0,372**
	p-valor	0,470	0,456	0,036
UAI (Média-Alta) N = 12	r (pearson)	-0,535*	-0,231	0,306
	p-valor	0,073	0,471	0,334
UAI (Média-Baixa) N = 8	r (pearson)	**-0,703***	-0,595	-0,051
	p-valor	0,052	0,120	0,904

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Negrito para correlação forte (> |0,6|), sublinhado para correlação moderada (< |0,6| e > |0,3|); *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

A Tabela 13 apresenta as correlações entre o nível de aversão à incerteza e os três índices de complexidade econômica, na análise geral e para os três níveis de renda. Todas as correlações são negativas, apesar de poucas terem significância, com apenas uma exceção positiva, mas não significativa. Nenhum resultado apresenta alta significância, e o único coeficiente com forte correlação possui baixa significância, para os países de renda média-baixa, cuja amostra é pequena. Dessa forma, não há indícios de que esta dimensão cultural possua associação direta,

positiva ou negativa, com a complexidade econômica dos países. Portanto, a hipótese H4 não pode ser aceita.

As correlações entre o nível de orientação de longo prazo e os três índices de complexidade econômica, na análise geral e para os três níveis de renda, são apresentadas na Tabela 14. Os coeficientes para os países em geral e para os de renda alta apresentam, respectivamente, correlação positiva moderada e forte com o índice de complexidade baseado nas exportações, com alta significância. Sendo assim, de forma geral e para os países de alta renda, confirma-se a hipótese H5, que propõe que os países com maior orientação de longo prazo (LTO+) possuem maiores índices de complexidade econômica baseados em exportações.

Tabela 14 – Artigo 2: Correlações entre o nível de orientação de longo prazo e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países

		ICE (Trade)	ICE (Tech)	ICE (Research)
LTO (Geral) N = 52	r (pearson)	0,540***	0,222	-0,053
	p-valor	0,000	0,113	0,709
LTO (Alta) N = 32	r (pearson)	**0,662*** **	0,018	-0,273
	p-valor	0,000	0,923	0,130
LTO (Média-Alta) N = 12	r (pearson)	0,373	0,428	-0,380
	p-valor	0,232	0,165	0,222
LTO (Média-Baixa) N = 8	r (pearson)	-0,008	-0,107	0,010
	p-valor	0,984	0,801	0,981

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Negrito para correlação forte (> |0,6|), sublinhado para correlação moderada (< |0,6| e > |0,3|); *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

Na Tabela 15, as correlações entre o nível de indulgência-restrição e os três índices de complexidade econômica, na análise geral e para os três níveis de renda, são, em sua maioria, positivas, sendo as exceções não significativas. Os coeficientes mais significativos e mais fortes estão na relação com o índice de complexidade baseado nas pesquisas científicas, na análise geral e para os países de renda alta, além de uma correlação moderada, de baixa significância, para os países de renda média-alta. Existe uma correlação moderada com o índice baseado nas patentes tecnológicas, para todos os países e para aqueles de alta renda, com média significância. Assim, de forma geral e para os países de alta renda, confirma-se a hipótese H6, que propõe que os países com maior indulgência (IVR+) possuem maiores índices de complexidade econômica baseados em patentes e em pesquisas.

Tabela 15 – Artigo 2: Correlações entre o nível de indulgência-restrição e os índices de complexidade econômica, de acordo com o nível de renda dos países

		ICE (Trade)	ICE (Tech)	ICE (Research)
IVR (Geral) N = 52	r (pearson)	0,138	0,354**	**0,619*** **
	p-valor	0,328	0,010	0,000
IVR (Alta) N = 32	r (pearson)	-0,188	0,397**	**0,701*** **
	p-valor	0,303	0,025	0,000
IVR (Média-Alta) N = 12	r (pearson)	-0,037	-0,271	0,555*
	p-valor	0,910	0,394	0,061
IVR (Média-Baixa) N = 8	r (pearson)	0,617	0,497	0,250
	p-valor	0,103	0,210	0,550

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Negrito para correlação forte (> |0,6|), sublinhado para correlação moderada (< |0,6| e > |0,3|); *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

Para a ACC, foram consideradas como variáveis dependentes (Y) as três medidas de complexidade econômica e, como variáveis independentes (X), as seis dimensões de cultura nacional.

Inicialmente, as variáveis, tanto dependentes como independentes, foram analisadas quanto à normalidade multivariada e à não multicolinearidade, resultando no prosseguimento dos cálculos.

Como o número máximo de variáveis estatísticas (funções) canônicas que podem ser extraídas dos conjuntos de variáveis é igual ao número de variáveis no menor conjunto de dados, independentes ou dependentes, teremos, neste caso, no máximo três funções canônicas. O primeiro par de variáveis estatísticas canônicas exibirá a maior intercorrelação, o próximo par a segunda maior intercorrelação, e assim também para o terceiro par (Hair et al., 2009).

A Tabela 16 apresenta os testes de cada função canônica separadamente, nos quais se observa que apenas as funções canônicas 1 e 2 são estatisticamente significantes. Além disso, a Tabela 16 apresenta os testes multivariados das funções, sendo estes: o lambda de Wilks, o critério de Pillai, o traço de Hotelling e o GCR de Roy, detalhando, também, as estatísticas de teste multivariado, que indicam que as funções canônicas, tomadas coletivamente, são estatisticamente significantes.

Tabela 16 – Artigo 2: Análise de correlação canônica que relaciona as dimensões de cultura e os índices de complexidade econômica

Medidas de ajuste geral do modelo para ACC				
Função canônica	**Correlação canônica**	***R²* canônico**	**Estatística *F***	**Probabilidade**
1	0,871	0,759	7,484	0,000***
2	0,642	0,412	3,419	0,001***
3	0,327	0,107	1,381	0,255
Testes multivariados de significância				
	Estatística	**Valor**	**Estatística *F***	**Probabilidade**
	Lambda de Wilks	0,126	7,484	0,000***
	Traço de Hotelling	3,978	9,429	0,000***
	Traço de Pillai	1,278	5,693	0,000***
	gcr de Roy	0,759		

Fonte: Elaboração própria.
Nota: *** p < 0.01.

O R^2 canônico que aparece na Tabela 16 é encontrado elevando-se ao quadrado a correlação canônica e fornece uma estimativa da variância compartilhada pelas composições lineares dos conjuntos de variáveis dependentes e independentes. Como esse valor não representa a variância extraída dos conjuntos de variáveis originais, pode haver um equívoco em, ao encontrar correlações canônicas elevadas, assumir-se que a análise canônica tenha descoberto relações substanciais de significância conceitual e prática. Para contornar esse problema, calcula-se um índice de redundância para cada função canônica, como sendo o produto entre o R^2 canônico e a carga canônica quadrada média, tanto para as variáveis dependentes como para as independentes. Esse índice de redundância mostra a quantidade de variância em um conjunto de variáveis que pode ser explicada pela variância no outro conjunto, servindo como uma medida de variância explicada, semelhante ao cálculo de R^2 usado em regressão múltipla.

A Tabela 17 apresenta os índices de redundância para cada função canônica.

Tabela 17 – Artigo 2: Análise de redundância de variáveis estatísticas dependentes e independentes para cada função canônica

Variância padronizada das variáveis dependentes explicada:					
	Por sua própria variável estatística canônica (variância compartilhada)			*Pela variável estatística canônica oposta (redundância)*	
Função canônica	**Carga canônica quadrada média**	**Percentual cumulativo**	**R^2 canônico**	**Índice de redundância**	**Percentual cumulativo**
1	0,584	0,584	0,759	0,444	0,444
2	0,279	0,863	0,412	0,115	0,559
3	0,136	0,999	0,107	0,015	0,574
Variância padronizada das variáveis independentes explicada:					
	Por sua própria variável estatística canônica (variância compartilhada)			*Pela variável estatística canônica oposta (redundância)*	
Função canônica	**Carga canônica quadrada média**	**Percentual cumulativo**	**R^2 canônico**	**Índice de redundância**	**Percentual cumulativo**
1	0,290	0,290	0,759	0,220	0,220
2	0,221	0,511	0,412	0,091	0,311
3	0,133	0,644	0,107	0,014	0,325

Fonte: Elaboração própria.

Para a primeira função, observa-se que o índice de redundância para a variável estatística dependente é substancial, enquanto para a variável estatística independente o índice é consideravelmente menor. Entretanto, a baixa redundância da variável estatística independente resulta da variância compartilhada relativamente baixa na variável estatística independente, e não do R^2 canônico. Considerando a significância estatística e o índice de redundância, a primeira função canônica deve ser interpretada.

O índice de redundância para a segunda e a terceira funções canônicas sofre uma considerável queda. Além dos valores dos R^2 canônicos serem mais baixos, os conjuntos de variáveis têm baixa variância compartilhada. Sendo assim, apesar da significância estatística da segunda função, ambas as funções não devem ser interpretadas, devido à baixa significância prática.

Para a interpretação da primeira função canônica, foram utilizadas as cargas canônicas cruzadas, apresentadas na Tabela 18, que correlacionam cada variável dependente observada original diretamente com a variável estatística canônica independente e vice-versa, fornecendo uma medida mais direta das relações entre

variáveis dependentes e independentes, com eliminação de um passo intermediário envolvido nas cargas convencionais (Hair et al., 2009).

Tabela 18 – Artigo 2: Cargas canônicas cruzadas para a primeira função canônica

Correlações entre as variáveis independentes e a variável estatística canônica dependente	
H_PDI	0,690
H_IDV	-0,744
H_MAS	0.001
H_UAI	0,160
H_LTO	-0,094
H_IVR	-0,508
Correlações entre as variáveis dependentes e a variável estatística canônica independente	
ECI_Research	-0,849
ECI_Tech	-0,612
ECI_Trade	-0,485

Fonte: Elaboração própria.

Analisando, na Tabela 18, as variáveis dependentes, observa-se que o índice de complexidade sobre pesquisas (ECI_Research) é o que possui a maior correlação, em módulo, com a variável estatística canônica independente. Para as outras variáveis dependentes, ECI_Tech e ECI_Trade, as correlações são mais baixas. Elevando ao quadrado o valor da correlação, tem-se o percentual da variância de cada variável explicada pela primeira função canônica. Os resultados mostram que, aproximadamente, 72% da variância em ECI_Research, 37% da variância em ECI_Tech e 24% da variância em ECI_Trade são explicados pela Função 1. Olhando para as variáveis independentes, tem-se que as dimensões de cultura — Distância do Poder, Individualismo-Coletivismo e Indulgência-Restrição — são as que apresentam as maiores correlações, em módulo, com a variável estatística canônica dependente. Aproximadamente, 48% da variância em H_PDI, 55% da variância em H_IDV e 26% da variância em H_IVR são explicados pela primeira função canônica. Quanto aos sinais das cargas cruzadas, considerando apenas as variáveis independentes para as quais as cargas apresentam os maiores valores absolutos, Distância do Poder possui uma correlação direta, com o mesmo sinal das variáveis dependentes, e Individualismo-Coletivismo e Indulgência-Restrição possuem correlações inversas. Assim, estes resultados ratificam aqueles obtidos na análise de correlação anterior.

Para finalizar, realizou-se uma análise de sensibilidade, na qual foram refeitos os cálculos da ACC, a fim de examinar as cargas canônicas quando variáveis independentes individuais (H_PDI, H_UAI, H_IVR) são retiradas da análise. Como mostra a Tabela 19, as correlações e cargas canônicas da Função 1 não apresentam mudanças significativas na magnitude de seus valores ao eliminarmos uma variável independente, mostrando a estabilidade da ACC.

Tabela 19 – Artigo 2: Análise de sensibilidade dos resultados de correlação canônica consequentes da remoção de uma variável independente

		Resultados após eliminação de:		
	Variável estatística completa	**H_PDI**	**H_UAI**	**H_IVR**
Correlação canônica	0,871	0,854	0,871	0,803
R^2 canônico	0,759	0,729	0,759	0,645
Variáveis independentes Cargas Canônicas:				
H_PDI	0,791	Removida	0,791	-0,864
H_IDV	-0,854	-0,872	-0,854	0,930
H_MAS	0,001	-0,004	0,000	-0,022
H_UAI	0,184	0,189	Removida	-0,170
H_LTO	-0,108	-0,152	-0,110	0,120
H_IVR	-0,583	-0,568	-0,582	Removida
Variáveis dependentes Cargas Canônicas:				
ECI_Research	-0,975	-0,963	-0,974	0,973
ECI_Tech	-0,702	-0,732	-0,701	0,754
ECI_Trade	-0,557	-0,603	-0,559	0,576

Fonte: Elaboração própria.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises realizadas, pode-se concluir que algumas dimensões culturais, conforme propostas por Hofstede, apresentam correlações significativas com os índices de complexidade econômica dos países. No entanto, as associações variam de acordo com o nível de renda dos países analisados.

No que se refere à Distância do Poder (PDI), observou-se uma correlação negativa significativa com os índices de complexidade baseados em patentes tecnológicas e em pesquisas científicas, tanto na análise geral quanto para os países de alta renda. Isso sugere que países com menor distância do poder apresentam maiores índices de complexidade econômica associados às patentes tecnológicas e às pesquisas científicas.

A dimensão Individualismo-Coletivismo (IDV) também se mostrou relevante, apresentando uma correlação positiva significativa com os índices de complexidade econômica baseados em patentes e em pesquisas científicas, na análise geral e para os países de alta renda. Isso indica que sociedades mais individualistas apresentam maiores índices de complexidade econômica associados às patentes tecnológicas e às pesquisas científicas.

Por outro lado, as dimensões de Masculinidade-Feminilidade (MAS) e Aversão à Incerteza (UAI) não apresentaram correlações significativas com os índices de complexidade econômica, indicando que, nas análises realizadas, não foram identificadas associações estatisticamente significativas entre essas dimensões culturais e os índices analisados.

Já a dimensão Orientação de Longo Prazo (LTO) apresentou uma correlação positiva significativa com o índice de complexidade baseado em exportações, na análise geral e para os países de alta renda. Isso sugere que sociedades com maior orientação de longo prazo apresentam maiores índices de complexidade econômica associados às exportações.

Quanto à dimensão Indulgência-Restrição (IVR), observaram-se correlações positivas significativas com os índices de complexidade baseados em patentes e em pesquisas científicas, tanto na análise geral quanto para os países de alta renda. Isso sugere que países com maior nível de indulgência apresentam maiores índices de complexidade econômica associados às patentes tecnológicas e às pesquisas científicas.

A execução da análise de correlação canônica reforçou os achados da análise de correlação individual, evidenciando a existência de relações conjuntas entre as dimensões culturais e os índices de complexidade econômica. A primeira função canônica apresentou maior relevância para a interpretação dos resultados, enquanto as demais funções apresentaram baixa significância prática. Os resultados da análise

de sensibilidade também indicaram estabilidade da primeira função canônica diante da retirada individual de algumas variáveis culturais.

Esses resultados indicam que as dimensões culturais podem estar associadas ao nível de complexidade econômica de um país, especialmente no que se refere à inovação, à pesquisa científica e à diversificação das exportações. Entender essas relações pode fornecer percepções relevantes para a compreensão das diferenças observadas na complexidade econômica entre países inseridos em diferentes contextos culturais.

É crucial ressaltar que as correlações identificadas entre as dimensões culturais e a complexidade econômica dos países não implicam uma relação causal direta. Há uma miríade de outros fatores, tanto econômicos quanto políticos e sociais, que podem influenciar essas interações complexas.

Portanto, é importante que estudos subsequentes se aprofundem nessa análise e adotem uma perspectiva mais abrangente. Esses estudos devem considerar uma gama mais ampla de indicadores socioeconômicos e institucionais, a fim de proporcionar uma compreensão mais holística da intricada relação entre cultura e desenvolvimento econômico. Tais pesquisas podem contribuir para o desenvolvimento de evidências mais abrangentes sobre as relações entre cultura e complexidade econômica, considerando as especificidades e nuances dos diferentes contextos culturais ao redor do mundo.

4 ARTIGO 3 – A INTERAÇÃO ENTRE CULTURA NACIONAL E COMPLEXIDADE ECONÔMICA: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA UTILIZANDO MACHINE LEARNING

4.1 INTRODUÇÃO

O conceito de complexidade econômica, conforme proposto por Hidalgo e Hausmann (2009), está associado à diversidade das capacidades produtivas de um país. Economias mais complexas, caracterizadas por estruturas produtivas diversificadas e bens altamente sofisticados, como automóveis e eletrônicos, apresentam maior associação com trajetórias de crescimento sustentado (Felipe et al., 2012; Hidalgo, 2021). Por outro lado, Vu (2022) argumenta que países que dependem de produtos de baixa complexidade, como matérias-primas, frequentemente enfrentam desafios associados ao subdesenvolvimento.

A literatura teórica e empírica sobre complexidade econômica é extensa e alcançou diversos campos científicos relacionados nas últimas três décadas. Stojkoski, Koch e Hidalgo (2023a) introduziram uma abordagem multidimensional da complexidade econômica, propondo um sistema de três camadas baseado em comércio, tecnologia e pesquisa, formando uma tríade para a complexidade econômica.

Diversos estudos recentes reforçam a importância da complexidade econômica para a compreensão de diferentes resultados econômicos. Hartmann et al. (2017) e Lee e Vu (2020) associam a complexidade econômica à redução da desigualdade de renda, enquanto outros, como Zhu e Li (2017) e Gao e Zhou (2018), relacionam a complexidade ao crescimento econômico. A literatura também sugere que países com economias complexas tendem a apresentar melhores resultados em termos de saúde (Vu, 2020), maiores parcelas de renda do trabalho (Arif, 2021) e menores emissões de gases de efeito estufa per capita (Romero; Gramkow, 2021).

De modo geral, a complexidade econômica constitui um elemento relevante para a compreensão do desenvolvimento comparativo entre os países. Analisar seus determinantes e fatores associados, portanto, desempenha um papel relevante na formulação de políticas voltadas à compreensão e à mitigação do subdesenvolvimento em várias regiões do mundo (Vu, 2022).

Hartmann et al. (2017) demonstraram que as métricas de complexidade aprimoraram significativamente a capacidade de medir a estrutura produtiva de um país. Essas métricas têm sido amplamente utilizadas para analisar e prever o crescimento econômico e tornaram-se ferramentas importantes na formulação de políticas públicas voltadas ao bem-estar social. Da mesma forma, Hidalgo (2021) argumenta que o estudo da complexidade econômica avançou nos últimos anos devido ao surgimento de novos dados e metodologias, bem como ao desenvolvimento da inteligência artificial e da teoria do crescimento endógeno.

Nas últimas décadas, a relação entre cultura e desenvolvimento econômico tornou-se uma importante área de estudo em diversas disciplinas, incluindo Economia, Sociologia, Geografia e Administração Pública. A literatura sobre esse tema indica que as dimensões culturais estão associadas às condições econômicas das nações, apresentando relações com diferentes aspectos do desenvolvimento e da geração de riqueza, como observado por Alesina e Giuliano (2015).

No entanto, apesar das amplas evidências de correlação, uma compreensão abrangente dos caminhos específicos e dos mecanismos potenciais por meio dos quais os elementos culturais podem estar relacionados à capacidade de inovação e à sofisticação produtiva de uma nação, particularmente no contexto da complexidade econômica, permanece em grande parte inexplorada. As diferenças culturais entre os países são substanciais, como observado por Fernández-Serrano e Liñán (2014), e as pesquisas têm buscado estabelecer relações entre essas diferenças e aspectos econômicos, sociais, institucionais e científicos. Tais aspectos revelam que existe uma lacuna significativa na literatura entre cultura e complexidade econômica. A lacuna reside menos no fato de a cultura estar relacionada à complexidade econômica e mais na forma sistemática pela qual essa relação pode ser compreendida, bem como nos possíveis mecanismos envolvidos.

Há um número limitado de artigos empíricos que examinam como as dimensões culturais estão relacionadas à complexidade econômica nas camadas de comércio, tecnologia e pesquisa. Maurya e Sahu (2022) apresentaram algumas contribuições relevantes: mostram que o individualismo apresenta efeitos causais positivos sobre a complexidade econômica, utilizando variáveis instrumentais, e propõem que o individualismo favorece um ambiente associado à emergência da complexidade econômica. Recentemente, o artigo mais abrangente sobre Hofstede

e Complexidade Econômica, de Lima e Crepaldi (2024), utiliza todas as seis dimensões de Hofstede, aplicando a análise de correlação canônica. De acordo com os autores, uma menor distância do poder está associada a uma maior complexidade; maior individualismo e indulgência estão associados a economias mais complexas; maior orientação de longo prazo está associada à diversificação das exportações; e, finalmente, algumas variáveis dummy apresentaram menor significância estatística.

A lacuna atual pode ser descrita em três dimensões, a saber: (i) a fraca integração da cultura nos modelos de capacidades, uma vez que a complexidade econômica explica o que os países produzem, mas a cultura é frequentemente tratada como um pano de fundo ou indiretamente por meio das instituições; (ii) a segunda camada é a falta de identificação causal, pois os estudos empíricos identificam principalmente aspectos correlacionais, mas há uma ausência de evidências suficientes sobre mecanismos causais ou mesmo de transmissão originados na cultura; finalmente, a última camada propõe que a complexidade econômica opera em nível nacional ou regional, enquanto a cultura opera em nível individual ou de grupo.

Este estudo contribui para a literatura ao explorar padrões de associação e potenciais influências culturais na complexidade econômica, utilizando, inicialmente, modelos de regressão linear e regressão linear ponderada e, posteriormente, técnicas de regressão regularizada por meio de uma abordagem de machine learning.

Com base nisso, estudos como os de Davis e Williamson (2016) sugerem que a cultura está relacionada às características regulatórias de uma sociedade, dando ênfase particular ao individualismo e ao coletivismo. Esta perspectiva é discutida no âmbito da economia institucional, na qual Alesina e Giuliano (2015) exploraram extensivamente a relação entre cultura e instituições, discutindo conexões potenciais e identificando associações entre esses elementos. Especificamente, postula-se que os valores culturais estão relacionados às normas informais e às regras formais, influenciando, assim, o ambiente institucional associado à atividade econômica e ao fomento à inovação.

No contexto da tomada de decisão financeira corporativa, os fatores culturais, antes menos explorados, constituem uma linha de pesquisa em crescimento, como discutido por Lievenbrück e Schmid (2014), destacando ainda mais a relevância da

cultura para o comportamento organizacional e para aspectos da atividade econômica.

A atividade empreendedora também tem sido objeto de estudos que exploram a relação entre cultura e desenvolvimento econômico. Liñán, Romero Luna e Fernández-Serrano (2013) destacaram a importância da relação entre o nível de desenvolvimento econômico de uma nação e suas taxas de empreendedorismo. Fernández-Serrano e Liñán (2014) examinaram como os valores culturais e o empreendedorismo se relacionam com o desenvolvimento econômico, com ênfase particular na interação entre esses dois fatores. Além disso, Fuentelsaz, González e Maicas (2019) descobriram que dimensões culturais como o individualismo e a aversão à incerteza moderam a relação entre o desenvolvimento institucional e o empreendedorismo orientado por oportunidades.

É dentro desse contexto que o presente estudo realiza uma investigação sobre as relações entre a cultura nacional e a complexidade econômica. Parte-se da hipótese de que as dimensões culturais, por meio de potenciais mecanismos discutidos nas teorias do crescimento endógeno e da economia institucional, podem estar associadas à capacidade de uma nação de acumular capacidades produtivas e à diversificação tecnológica.

No modelo econométrico, as dimensões culturais são especificadas como variáveis explicativas e a Complexidade Econômica como variável dependente. Essa especificação decorre da consideração de que as mudanças culturais ocorrem em um horizonte de tempo mais longo do que as mudanças em um ambiente de complexidade econômica. Assim, a análise não é temporal, mas sim espacial, na qual as diferenças culturais são consideradas em sua relação com as instituições e o trabalho, e essas diferentes estruturas, por sua vez, estão relacionadas ao tipo e à forma de produção e ao nível de complexidade econômica.

Conforme relatado por Andriani e Bruno (2022), em muitos contextos socioeconômicos diversos, as normas culturais estão relacionadas ao comportamento humano, apesar de forças opostas decorrentes de sanções econômicas. Essa abordagem é bastante diferente da adotada por Yan, Li e Yu (2024), na qual a direção relacional é invertida, com a hipótese de que os produtos influenciam a cultura. No entanto, esses produtos são específicos, referidos inclusive como produtos culturais, especificamente filmes. Portanto, entende-se que o que está sendo medido, na

verdade, são relações culturais mediadas por produtos específicos, que representam a transmissão cultural da sociedade i para a sociedade j. Nessa situação, o produto pode ser compreendido como um intermediário.

Finalmente, ao identificar essas associações e caminhos potenciais, esta pesquisa visa fornecer uma compreensão preliminar dos fatores que podem estar relacionados ao desenvolvimento econômico.

A fim de explorar e modelar as relações complexas e as potenciais influências entre a cultura nacional e as facetas multidimensionais da complexidade econômica (comércio, tecnologia e pesquisa), este estudo utiliza métodos de machine learning (ML), seguindo as abordagens descritas por Mullainathan e Spiess (2017) e Varian (2014). Técnicas de regressão regularizada, como LASSO, Ridge, Elastic Net e Adaptive LASSO, serão aplicadas em tarefas supervisionadas para analisar os padrões de associação entre as dimensões culturais e a complexidade econômica.

O conjunto de dados é dividido em grupos de treinamento e teste, permitindo a validação do modelo e a identificação de parâmetros adequados. Esses procedimentos são especialmente relevantes para investigar formas diferenciadas e potencialmente não lineares pelas quais os fatores culturais podem estar relacionados ao acúmulo de capacidades produtivas e à diversificação tecnológica, fornecendo subsídios para futuras investigações causais.

Dessa forma, o presente estudo está estruturado da seguinte maneira: a atual introdução constitui a Seção 4.1; a Seção 4.2 apresenta a cultura nacional e a complexidade econômica na revisão de literatura; a Seção 4.3 descreve a metodologia; a Seção 4.4 apresenta os resultados e a discussão; e a seção final oferece as considerações finais.

4.2 REVISÃO DA LITERATURA

4.2.1 Complexidade Econômica

Hausmann e Hidalgo (2011) formalizam como as redes comerciais codificam o conhecimento produtivo por meio do comércio internacional, apresentando a estrutura de rede da produção econômica.

A base principal da variável de complexidade econômica é inferida a partir de quem exporta o quê, utilizando o comércio como uma proxy para medidas de capacidade. Sob essa perspectiva, as redes de comércio, o espaço de produtos (*product space*) e as abordagens estruturais orientam as pesquisas sobre redes e dimensões estruturais do comércio. As contribuições sobre esse assunto tratam o comércio global como uma rede complexa, pois permitem a extração de medidas de diversificação, ubiquidade do produto, aninhamento (*nestedness*) e *fitness*. Nessa perspectiva, a complexidade pode ser entendida como uma estrutura de rede, e as topologias da rede ajudam a caracterizar os parâmetros da rede comercial.

A complexidade econômica baseada no comércio trata o comércio global como uma rede complexa, identificando a diversificação dos países, a ubiquidade dos produtos, o aninhamento e o *fitness* para a obtenção de medidas baseadas em rede (topologia de rede), que aprofundam a análise da dimensão estrutural e comercial da rede. Hidalgo et al. (2007) estudaram a rede de comércio de produtos relacionados, explicando a rede de diversificação dos produtos selecionados e seus caminhos de diversificação; Hausmann e Klinger (2007) apresentaram a estrutura do espaço de produtos e a evolução da vantagem comparativa. Finalmente, Tacchella et al. (2012) e Cristelli et al. (2013) propuseram medidas de topologia de rede para estudar a complexidade e as dinâmicas heterogêneas.

Além disso, as relações comerciais, os acordos comerciais e as redes de comércio orientam as perspectivas de política comercial. A primeira linha refere-se à difusão do conhecimento, conforme Bahar, Hausmann e Hidalgo (2014) sugeriram que os parceiros comerciais estão associados à capacidade de acumulação, e Keller (2004) também propôs o comércio como um canal de fluxos de conhecimento; a segunda linha refere-se aos acordos comerciais, como Fan et al. (2025), que relacionaram as redes de acordos comerciais à complexidade e caracterizaram como a centralidade da rede nos acordos comerciais está associada à complexidade por meio da difusão de conhecimento; a terceira linha relaciona a topologia da rede comercial e os resultados macroeconômicos. Fagiolo et al. (2009) propuseram propriedades estruturais das redes de comércio global, e Kejriwal e Luo (2022) utilizaram métricas de rede, agrupamento (*clustering*), densidade e outros parâmetros que acrescentam informações além do volume de comércio; a quarta e última linha relaciona as multicamadas e a complexidade comercial setorial. Zaccaria et al. (2014),

por exemplo, apresentaram como a taxonomia dos produtos está relacionada ao desenvolvimento econômico dos países.

Uma camada tecnológica pode ser introduzida na complexidade econômica. A ideia central é substituir a matriz país-produto, à luz da abordagem de insumo-produto, por uma matriz país-tecnologia, utilizando uma classe de patentes análoga ao comércio. Ivanova et al. (2017) introduziram o Índice de Complexidade de Patentes e o Índice de Complexidade da Tríplice Hélice, combinando as dimensões comercial, tecnológica e institucional. Além disso, Nepelski e De Prato (2020) construíram um espaço tecnológico, semelhante ao espaço de produtos no comércio. Os autores mostram que a diversificação tecnológica e a raridade da tecnologia podem estar associadas à renda e ao crescimento. Consequentemente, enfatiza-se a rede de países, tecnologias e o acúmulo de capacidades. O principal insight dessas contribuições é que a complexidade tecnológica está relacionada à diversidade de tecnologias, à exclusividade e às posições na rede tecnológica. O elo empírico envolve a relação entre complexidade tecnológica e crescimento, como proposto por Mewes e Broekel (2022), que apresentam medidas de diversidade estrutural de tecnologias. Além disso, a complexidade das tecnologias passíveis de interpretação, uma vez que são mais difíceis de imitar, é mais intensiva em conhecimento e está associada ao crescimento de longo prazo.

O elemento final da tríade é a complexidade da pesquisa. Uma dimensão de pesquisa surge como uma extensão natural da estrutura original, permitindo o aprofundamento da análise da complexidade econômica. Essa abordagem reforça a visão baseada em capacidades: os resultados, representados pelas exportações, revelam capacidades ocultas. A extensão da estrutura baseia-se na observação de publicações científicas para inferir capacidades. Laverde-Rojas e Correa (2019) estudaram como a produtividade científica está relacionada à complexidade econômica. Os autores utilizaram dados de publicações, propondo que a diversificação científica esteja associada a uma maior complexidade e atribuindo a certos campos, como engenharia e ciências aplicadas, um papel central. Klavans e Boyack (2017) apresentaram uma análise de portfólio de pesquisa e mapeamento de tópicos para a ciência global como uma rede de áreas de pesquisa, fornecendo uma base metodológica para a proximidade entre campos e caminhos de diversificação na ciência. A ideia principal é que os campos científicos formam um espaço de pesquisa,

semelhante ao espaço de produtos ou ao espaço tecnológico, conforme proposto por Zhu e Li (2017).

4.2.2 Cultura Nacional

A cultura pode ser entendida como um conjunto de valores e normas que influenciam o comportamento de uma sociedade, inclusive em questões econômicas. Embora seja um conceito multidimensional e de difícil definição, Hofstede, Hofstede e Minkov (2010) descrevem-na como a programação coletiva da mente, uma característica que distingue os membros de um grupo ou categoria de pessoas de outros. Ao longo dos anos, inúmeros estudiosos desenvolveram modelos para medir a cultura nacional, como o Projeto GLOBE ([s. d.]), Inglehart (1997), Schwartz (1994), Hall e Hall (1990), Trompenaars e Hampden-Turner (2011), Steenkamp (2001) e Hofstede, Hofstede e Minkov (2010). No entanto, o modelo proposto por Hofstede apresenta ampla utilização na literatura, em razão de sua aplicação em diversos contextos e de sua abrangência geográfica e temporal, como observado por Gamlath (2017).

De acordo com Hofstede, Hofstede e Minkov (2010), o modelo cultural foi desenvolvido a partir de um extenso estudo envolvendo cerca de 100.000 funcionários da IBM em 66 países. Inicialmente, quatro dimensões foram identificadas: distância do poder, individualismo-coletivismo, masculinidade-feminilidade e aversão à incerteza. Na década de 1980, uma quinta dimensão — orientação de longo prazo — foi adicionada, baseada na pesquisa de Bond (1988). Posteriormente, na década de 2000, Minkov e Hofstede (2011) introduziram a sexta dimensão — indulgência versus restrição — utilizando dados do *World Values Survey*. Segundo os autores, essas dimensões fornecem uma estrutura para analisar as diferenças culturais entre as nações, as quais, embora sujeitas a mudanças, geralmente seguem uma trajetória comum dentro de uma determinada sociedade.

A Distância do Poder (PDI) é uma dimensão que reflete o grau em que a desigualdade na distribuição de poder é aceita dentro de uma sociedade. Em contextos com pontuações elevadas, os membros menos poderosos tendem a aceitar a distribuição desigual de poder como algo natural e esperado.

A dimensão Individualismo–Coletivismo (IDV) distingue sociedades mais individualistas, nas quais os indivíduos são encorajados a cuidar de si mesmos e de

suas famílias imediatas, de sociedades coletivistas, nas quais as pessoas pertencem a grupos coesos que oferecem proteção em troca de lealdade. Pontuações mais altas indicam maior ênfase no individualismo.

Masculinidade–Feminilidade (MAS) caracteriza as sociedades em termos de papéis de gênero e prioridades culturais. Sociedades masculinas enfatizam o sucesso material, a assertividade e a competitividade, enquanto sociedades femininas tendem a valorizar a empatia, a modéstia e a qualidade de vida. Pontuações mais altas nessa dimensão indicam uma sociedade mais orientada para valores masculinos.

A Aversão à Incerteza (UAI) mede a extensão em que uma sociedade se sente desconfortável diante de situações desconhecidas ou ambíguas. Sociedades com alta aversão à incerteza criam regras e estruturas para reduzir a imprevisibilidade, enquanto culturas com pontuações baixas são mais tolerantes à incerteza e à ambiguidade.

A Orientação de Longo Prazo (LTO) relaciona-se à ênfase em virtudes associadas ao futuro, como perseverança e poupança. Em contraste, a orientação de curto prazo valoriza a preservação das tradições e o cumprimento de obrigações sociais imediatas. Sociedades com pontuações altas indicam maior preocupação com o futuro e menor ênfase na tradição.

Indulgência–Restrição (IVR), a dimensão mais recentemente adicionada ao modelo de Hofstede, distingue sociedades mais permissivas — nas quais os indivíduos são livres para desfrutar de atividades prazerosas e satisfazer seus desejos — de culturas mais contidas, nas quais as normas sociais limitam tais liberdades. Pontuações altas indicam maior indulgência.

Essas dimensões culturais fornecem uma estrutura para a compreensão tanto das diferenças quanto das semelhanças entre as nações, juntamente com suas possíveis implicações econômicas e sociais. O modelo de Hofstede é amplamente utilizado em estudos transculturais devido à sua ampla aplicação e à sua capacidade de gerar *insights* sobre o comportamento humano em diferentes contextos culturais.

4.2.3 Medidas de Complexidade Econômica

As medidas de complexidade econômica surgiram como uma ferramenta importante para quantificar a estrutura produtiva dos países, renovando o interesse

no papel que as transformações estruturais desempenham na macroeconomia. De acordo com Hartmann et al. (2017), essas métricas ganharam destaque devido à sua capacidade de contribuir para a previsão do crescimento econômico futuro, tornando-as relevantes para a compreensão do bem-estar social, dada a forte associação entre crescimento econômico, renda média e redução da pobreza absoluta em um país. Com base no conceito de complexidade econômica, torna-se possível comparar as capacidades produtivas das nações analisando seu *mix* de produtos e a sofisticação incorporada em suas respectivas estruturas econômicas, como observado por Hidalgo e Hausmann (2009).

Dois conceitos são fundamentais para a mensuração da complexidade econômica de um país: diversidade e ubiquidade. Assume-se que as nações que produzem bens não ubíquos — aqueles que são raros e, portanto, difíceis de produzir — possuem uma estrutura produtiva associada a maior capacidade. No entanto, observa-se também que alguns países possuem bens naturais não ubíquos, como recursos naturais escassos. Isso, por si só, não deve ser considerado um indicador confiável de complexidade produtiva. A chave, então, é relacionar o grau de não ubiquidade à diversidade do portfólio de exportação de um país como medida de complexidade. Dessa forma, países que possuem apenas recursos naturais escassos ou países que exportam uma grande variedade de produtos altamente ubíquos seriam considerados como tendo um baixo grau de complexidade.

Para medir a complexidade econômica, estabelece-se primeiro uma matriz M, na qual os diversos países (c = índice do país) e produtos exportados (p = índice do produto) são organizados ao longo de linhas e colunas. Os elementos dessa matriz são binários. Um valor de 1 é atribuído aos países que são competitivos na produção de um determinado produto ou que exibem uma Vantagem Comparativa Revelada (RCA) para o produto p. Caso contrário, o valor atribuído é zero. O RCA é calculado, conforme descrito por Balassa (1965), utilizando a seguinte equação (1):

$$RCA_{cp} = \frac{X_{cp}/\sum_p X_{cp}}{\sum_c X_{cp}/\sum_{c,p} X_{cp}} \quad (1)$$

A matriz M é utilizada no Método das Reflexões, conforme apresentado em Hidalgo e Hausmann (2009), por meio das equações (2) e (3), respectivamente:

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

$$k_{p,N} = \frac{1}{k_{p,0}} \sum_c M_{cp} \cdot k_{c,N-1} \quad (3)$$

Essas equações demonstram tanto a recursão quanto a reflexão, uma vez que $k_{c,n}$ e $k_{p,n}$ dependem, cada um, dos valores da iteração anterior e dependem cruzadamente de $k_{c,n-1}$ e $k_{p,n-1}$, respectivamente. Os valores iniciais, $k_{c,0}$ e $k_{p,0}$, representam a diversidade dos países e a ubiquidade dos produtos, respectivamente, calculados como a soma dos valores unitários nas linhas (diversidade) e colunas (ubiquidade) da matriz M, conforme mostrado nas equações (4) e (5):

$$k_{c,0} = \sum_p M_{cp} \quad (4)$$

$$k_{p,0} = \sum_c M_{cp} \quad (5)$$

$k_{c,n}$ e $k_{p,n}$ representam, respectivamente, as somas dos valores nas diferentes linhas e colunas da matriz M. Assim, os valores das somas em $k_{c,n}$ da equação (2) podem ser tomados como o produto escalar dos diferentes vetores de linha da matriz M pelo vetor de linha que surge da equação (5) para os diferentes valores de p. Assim, para o exemplo na Tabela 20, temos o valor de $k_{c,1}$ representado pela equação (6):

$$k_{c1,1} = \frac{1}{k_{c1,0}} \sum_p M_{c1,p} \cdot k_{p,0} \quad (6)$$

Da mesma forma, considerando o primeiro vetor coluna, o cálculo para $k_{p,1}$ será especificado pela equação (7):

$$k_{p1,1} = \frac{1}{k_{p1,0}} \sum_c M_{c,p1} \cdot k_{c,0} \quad (7)$$

Os valores restantes, $k_{c,1}$ e $k_{p,1}$, para os outros vetores, formam juntos o conjunto da primeira reflexão. Para a segunda reflexão, tanto os valores dos vetores de linha quanto de coluna obtidos da matriz M são retidos, assim como os fatores de ponderação. A mudança ocorre nos vetores $k_{c,1}$ e $k_{p,1}$, que agora são substituídos

pelos vetores correspondentes $k_{c,2}$ e $k_{p,2}$, cujos elementos foram calculados durante a primeira reflexão. Assim, para a segunda reflexão, temos, como exemplo:

$$k_{c1,2} = \frac{1}{k_{c1,0}} \sum_p M_{c1,p} \cdot k_{p,1} \tag{8}$$

$$k_{p1,2} = \frac{1}{k_{p1,0}} \sum_c M_{c,p1} \cdot k_{c,1} \tag{9}$$

Reflexões subsequentes são, portanto, baseadas nos cálculos das iterações anteriores e são executadas até a *n*-ésima ordem. Um exemplo detalhado desse tipo de cálculo pode ser encontrado no apêndice de Hidalgo e Hausmann (2009).

Tabela 20 – Artigo 3: Exemplo de matriz país/produto

	p_1	p_2	p_3	$\sum_p$
c_1	1	0	1	2
c_2	1	1	1	3
c_3	1	0	0	1
$\sum_c$	3	1	2	

Fonte: Elaboração própria.

Uma alternativa ao Método das Reflexões é computar os autovalores da matriz $\tilde{\mathrm{M}}$, cujas linhas e colunas correspondem a diferentes países e que contém, como entradas, os valores de Mealy, dados pela equação (10):

$$M_{c,c'} = \frac{1}{k_{c,0}} \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{p,0}} \tag{10}$$

Em termos matriciais, a matriz $\tilde{\mathrm{M}}$ pode ser escrita conforme a seguinte equação (11):

$$\tilde{\mathrm{M}} = \mathrm{D}^{-1}\mathrm{M}\mathrm{U}^{-1}\mathrm{M}' \tag{11}$$

em que D é a matriz diagonal cujos valores correspondem aos do vetor de diversidade dos países, e U é igualmente uma matriz diagonal cujos valores correspondem aos do vetor de ubiquidade dos produtos. O Índice de Complexidade Econômica (ECI) é definido como o autovetor associado ao segundo maior autovalor da matriz $\tilde{\mathrm{M}}$,

enquanto o Índice de Complexidade do Produto (PCI) é o autovetor associado ao segundo maior autovalor da matriz $\widetilde{M}$ (Mealy), conforme mostrado na equação (12):

$$\widetilde{M} = U^{-1}M'D^{-1}M \tag{12}$$

Uma compreensão mais aprofundada dos fatores associados às diferenças internacionais na complexidade produtiva é relevante para a formulação de políticas voltadas à mitigação do subdesenvolvimento. De acordo com Vu (2022), essa compreensão fornece uma justificativa para investigar os fatores relacionados à evolução da complexidade econômica.

Diferentemente das métricas agregadas tradicionais, como o PIB ou os índices de concentração de mercado, que tendem a simplificar a análise de uma economia, as métricas de complexidade econômica capturam aspectos relacionados à sofisticação das atividades produtivas e à sua distribuição geográfica. Essas métricas avaliam a especialização econômica implícita nos padrões espaciais, superando algumas limitações de abordagens que meramente agregam valores independentemente do tipo de atividade. Por exemplo, em termos de índices de concentração de mercado, um país que exporta 80% de bananas e 20% de carros seria equivalente a um que exporta 80% de carros e 20% de bananas. No entanto, como observam Stojkoski, Koch e Hidalgo (2023a), as métricas de complexidade levam em conta a sofisticação associada a cada produto e sua especialização geográfica.

Essas métricas de complexidade econômica, baseadas em grande parte em dados comerciais, oferecem a vantagem de serem internacionalmente comparáveis. No entanto, apresentam um viés em direção a países localizados próximos a economias avançadas, o que pode levar a uma superestimação da complexidade econômica nesses países e a uma subestimação em países que estão mais distantes dos mercados globais.

Para enfrentar essas limitações, Stojkoski, Koch e Hidalgo (2023a) propuseram uma abordagem multidimensional que integra dados de exportação, patentes tecnológicas e pesquisa acadêmica por campo científico. Essa abordagem permite a estimativa de três métricas de complexidade independentes para mais de 100 países. Essas métricas foram então utilizadas para analisar variações no crescimento

econômico, na desigualdade de renda e na intensidade das emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com Stojkoski, Koch e Hidalgo (2023b), os resultados dessa abordagem multidimensional indicam uma melhoria na explicação dessas variáveis econômicas e ambientais. Além disso, os resultados indicam que as três métricas de complexidade apresentam relações distintas dependendo dos resultados analisados, reforçando a utilidade dessa metodologia para a realização de análises mais abrangentes.

4.2.4 Cultura Nacional e Complexidade Econômica: Perspectivas da Teoria do Crescimento Endógeno e do Institucionalismo

Enquanto as Seções 4.2.1 e 4.2.2 apresentaram, respectivamente, as dimensões da cultura nacional e o conceito de complexidade econômica, esta seção visa articular os caminhos teóricos por meio dos quais a cultura pode estar associada ao desenvolvimento da complexidade econômica de uma nação. Argumenta-se que a cultura, por meio de suas possíveis relações com a acumulação de capital humano e tecnológico (perspectiva do crescimento endógeno) e com a formação e o funcionamento das instituições (perspectiva institucionalista), pode estar relacionada à capacidade de um país de construir e sustentar uma estrutura econômica sofisticada e diversificada. O objetivo aqui não é estabelecer uma relação causal direta, mas sim explorar os potenciais mecanismos de influência que justificam a investigação empírica dessas associações.

A teoria do crescimento endógeno enfatiza que o crescimento econômico de longo prazo está relacionado a fatores internos, como a acumulação de capital humano, o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a inovação tecnológica. Dentro dessa estrutura, a cultura pode estar relacionada às propensões individuais e coletivas que favorecem ou restringem esses fatores associados ao crescimento.

- **Individualismo (IDV):** Culturas com alto individualismo podem tender a valorizar a autonomia pessoal, a iniciativa e a busca por distinção. Essa mentalidade pode estar associada a uma maior propensão ao risco, ao empreendedorismo, à inovação disruptiva e à busca individual por

conhecimento especializado. Em ambientes individualistas, o mérito individual e a criatividade são frequentemente valorizados, podendo favorecer a geração de novos produtos, ideias e processos. Essa valorização pode estar relacionada a uma maior acumulação de capital humano especializado e à diversificação tecnológica, à medida que os indivíduos buscam criar nichos de mercado e desenvolver soluções inovadoras características de economias complexas (Hofstede; Hofstede; Minkov, 2010; Shane, 1993; Hayton; George; Zahra, 2002).

- **Orientação de Longo Prazo (LTO):** Culturas com alta LTO podem ser caracterizadas por maior perseverança, parcimônia (poupança) e foco em recompensas futuras. Essa orientação pode estar associada a investimentos substanciais e sustentados em educação de alta qualidade, P&D e infraestrutura básica, que podem gerar retornos de longo prazo. Priorizar o futuro em detrimento do presente pode estar relacionado a decisões que fortalecem a base de conhecimento e as capacidades tecnológicas de uma nação (Franke; Hofstede; Bond, 1991). Tais investimentos são relevantes para o desenvolvimento de capacidades produtivas complexas, que exigem tempo para maturar, e para a diversificação tecnológica ao longo de décadas, elementos associados a economias complexas.
- **Distância do Poder (PDI – relacionada inversamente):** Culturas com baixa Distância do Poder (ou seja, maior percepção de igualdade na distribuição de poder) podem favorecer ambientes nos quais a hierarquia é menos rígida e a comunicação e a colaboração são mais abertas e diretas. Isso poderia facilitar a disseminação do conhecimento, a colaboração interdisciplinar e o pensamento crítico dentro das organizações e instituições de pesquisa, favorecendo processos de inovação e aprendizado contínuo. Um ambiente mais igualitário e colaborativo poderia estar relacionado à capacidade de resolver coletivamente problemas complexos e de permitir que novas ideias surjam e sejam implementadas em diferentes níveis, favorecendo a sofisticação dos processos produtivos e a diversificação de produtos em uma economia complexa (Søndergaard, 1994; Erez; Earley, 1993).

O institucionalismo argumenta que as instituições — formais (disposições legais, como leis e regulamentos) e informais (normas sociais e costumes) — são fatores relevantes para o desempenho econômico. A cultura, ao estar relacionada a crenças e valores sociais, pode desempenhar um papel na formação, aceitação e evolução dessas instituições, que, por sua vez, podem estar associadas a um ambiente mais ou menos favorável ao surgimento de uma economia complexa.

- **Individualismo (IDV):** Em culturas individualistas, pode haver maior demanda e valorização de instituições formais que protejam os direitos individuais, como a propriedade intelectual, a execução de contratos e a concorrência leal. Essas instituições são relevantes para a proteção dos retornos associados à inovação e ao empreendedorismo, elementos relacionados ao avanço da complexidade econômica. Um ambiente institucional que protege e recompensa a inovação pode estar associado ao investimento em capacidades produtivas de alto valor agregado e à diversificação em setores de alta tecnologia (Greif, 1994; Zak; Knack, 2001; La Porta et al., 1999).
- **Aversão à Incerteza (UAI):** Sociedades com alta Aversão à Incerteza podem preferir instituições com regras claras, detalhadas e, por vezes, rígidas, com maior ênfase na estabilidade, previsibilidade e conformidade. Embora isso possa trazer benefícios em termos de estabilidade econômica, a rigidez excessiva pode estar associada a menor flexibilidade, adaptabilidade e experimentação, aspectos relevantes para a inovação e a diversificação em mercados dinâmicos. Instituições excessivamente avessas ao risco podem favorecer setores estabelecidos e a manutenção do *status quo*, dificultando a entrada de novos produtos, tecnologias e modelos de negócio e, potencialmente, limitando a diversificação e a sofisticação produtiva (Kluckhohn; Strodtbeck, 1961; North, 1990; Hofstede, 2001).

Em resumo, a literatura sobre crescimento endógeno e institucionalismo oferece um arcabouço teórico para a compreensão dos mecanismos potenciais por meio dos quais as dimensões culturais podem estar associadas à complexidade econômica de um país. Ao estar relacionada a propensões para a inovação, à acumulação de capital humano e à estrutura das instituições, a cultura pode desempenhar um papel na facilitação ou restrição do desenvolvimento de

capacidades produtivas e da diversificação tecnológica. É a partir desse entendimento dos possíveis canais de influência que este estudo empírico busca identificar padrões de associação entre as dimensões culturais de Hofstede e vários aspectos da complexidade econômica, contribuindo com evidências exploratórias para uma área de pesquisa em desenvolvimento.

4.3 METODOLOGIA

Para estudar a relação entre cultura e complexidade no comércio, na tecnologia e na pesquisa, empregou-se uma abordagem de aprendizado de máquina (ML). O uso de *machine learning* envolve uma abordagem mais ampla de otimização, uma vez que a minimização dos erros quadráticos é condicionada tanto pelos parâmetros do modelo quanto pelos níveis do multiplicador de Lagrange. Sua aplicação requer a divisão da amostra em partes; neste caso, a divisão foi feita em duas: a primeira corresponde à subamostra de treinamento e a segunda, à subamostra de teste. Os resultados fornecem os parâmetros estimados a partir do processo de otimização e permitem avaliar a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes.

As variáveis fundamentais dos modelos são apresentadas na Tabela 21, e as especificações dos modelos são descritas na Tabela 22.

Tabela 21 – Artigo 3: Variáveis do Modelo

ICE (Trade)	Índice de Complexidade Econômica em Comércio
ICE (Technology)	Índice de Complexidade Econômica em Tecnologia
ICE (Research)	Índice de Complexidade Econômica em Pesquisa
IDV	Índice de Individualismo
IVR	Índice de Indulgência–Restrição
LTO	Índice de Orientação de Longo Prazo
MAS	Índice de Masculinidade–Feminilidade
PDI	Índice de Distância do Poder
UAI	Índice de Aversão à Incerteza
noise1	Variável aleatória 1
noise2	Variável aleatória 2

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Mullainathan e Spiess (2017), as ferramentas de ML oferecem a capacidade de projetar estruturas complexas para predição fora da amostra ou até mesmo para descrever o comportamento de séries temporais. Varian (2014) descreveu o ML como um campo que desenvolve algoritmos projetados para dados estatísticos aplicados. Athey e Imbens (2019) observam que os *insights* da estatística

aplicada e da econometria sobre inferência causal para o estudo da eficiência ainda não foram totalmente desenvolvidos na literatura de ML. Assim, a tarefa do ML é proporcionar aos computadores a capacidade de aprender com os dados, como afirmado por Raschka e Mirjalili (2019).

Tabela 22 – Artigo 3: Especificações do Modelo

Modelo	Var. Dep.	Var. Exp.	Covariáveis
1A	Trade	IDV	IVR, LTO, MAS, PDI, UAI, noise1, noise2
1B	Trade	LTO	IDV, IVR, MAS, PDI, UAI, noise1, noise2
2A	Technology	IDV	IVR, LTO, MAS, PDI, UAI, noise1, noise2
2B	Technology	PDI	IDV, IVR, LTO, MAS, UAI, noise1, noise2
2C	Technology	IVR	IDV, LTO, MAS, PDI, UAI, noise1, noise2
3A	Research	IDV	IVR, LTO, MAS, PDI, UAI, noise1, noise2
3B	Research	PDI	IDV, IVR, LTO, MAS, UAI, noise1, noise2
3C	Research	IVR	IDV, LTO, MAS, PDI, UAI, noise1, noise2

Fonte: Elaboração própria.

Para analisar os fatores associados à complexidade do comércio, da pesquisa e da tecnologia, este estudo utiliza regressões convencionais simples e ponderadas, considerando uma variável dependente e as demais como covariáveis. Sob a mesma perspectiva, regressões regularizadas — LASSO, Ridge, Elastic Net e Adaptive LASSO — são implementadas tomando a variável dependente como variável explicada e as demais como variáveis independentes.

As regressões regularizadas envolvem a especificação de uma função com uma restrição, na forma de um problema de otimização com multiplicador de Lagrange, conforme mostrado na equação (13):

$$\hat{\beta}_{\lambda}^{R} = \text{argmin}_{\beta \in \mathbb{R}^{k+1}} \mathbb{E}S_n(\beta' x - y)^2 + \lambda R(\beta) \qquad (13)$$

Na qual:

$\hat{\beta}_{\lambda}^{R}$ é a estrutura lagrangeana;

$\text{argmin}_{\beta \in \mathbb{R}^{k+1}} ES_n(\beta' x - y)^2$ é a minimização do erro;

λ é o multiplicador de Lagrange; e

$R(\beta)$ é a restrição.

Assim, a equação (13) representa a formulação do problema de otimização, na qual a minimização do erro é combinada com a penalização dos coeficientes por meio da restrição $R(\beta)$, controlada pelo multiplicador de Lagrange λ. Consequentemente, busca-se estabelecer um equilíbrio entre a minimização do erro e a penalização dos

coeficientes, fazendo com que estes assumam valores menores conforme a penalização aumenta. A partir da determinação do valor do parâmetro de penalização, é possível estabelecer a especificação funcional de cada modelo.

4.3.1 Informações Estatísticas e Estratégia Empírica

Embora existam estruturas alternativas para quantificar a cultura nacional, como o trabalho de Schwartz (2006) e o Projeto GLOBE ([s. d.]), este estudo opta pelas dimensões culturais de Hofstede. Essa escolha baseia-se em razões que são relevantes para a análise exploratória proposta.

Primeiramente, a estrutura de Hofstede continua sendo um dos modelos mais amplamente reconhecidos e aplicados em pesquisas transculturais em diversas disciplinas, incluindo Economia, Gestão e Psicologia (Hofstede; Hofstede; Minkov, 2010; Kirkman; Lowe; Gibson, 2006). Sua ampla utilização e o suporte empírico acumulado fornecem uma base estabelecida para um estudo que busca identificar padrões de associação entre cultura e fenômenos econômicos.

Em segundo lugar, as dimensões propostas por Hofstede — Distância do Poder, Individualismo, Masculinidade, Aversão à Incerteza, Orientação de Longo Prazo e Indulgência — oferecem um conjunto de métricas abrangente e, ao mesmo tempo, parcimonioso. Essas métricas permitem analisar diferenças fundamentais nos valores sociais que, segundo as hipóteses deste estudo, podem estar relacionadas ao comportamento econômico e ao desenvolvimento institucional.

Embora sejam reconhecidas críticas relativas à sua natureza estática e às limitações das amostras utilizadas em suas formulações iniciais, a ampla utilização da estrutura e sua aplicação em comparações entre países a tornam adequada ao objetivo deste estudo de investigar possíveis relações entre cultura e complexidade econômica por meio de uma avaliação empírica.

A medida de complexidade econômica utilizada neste estudo é derivada do Índice de Complexidade Econômica (ECI) e da análise do Espaço de Produtos (*Product Space*). Desenvolvido por Hidalgo e Hausmann (2009), o conjunto de dados específico para esta pesquisa foi obtido do Observatório de Complexidade Econômica, que fornece métricas baseadas nessa abordagem das estruturas produtivas nacionais.

Essa escolha baseia-se na capacidade do ECI de representar aspectos relacionados às capacidades produtivas de uma nação e ao conhecimento incorporado em sua estrutura de exportação. Diferentemente de medidas mais simples de desenvolvimento econômico, como o PIB per capita, que refletem principalmente o tamanho econômico ou a renda, o ECI busca captar aspectos relacionados à intensidade de conhecimento e à sofisticação produtiva de um país.

Ele realiza essa mensuração por meio da análise da diversidade e da ubiquidade de seus produtos exportados. Essa abordagem fornece uma caracterização mais detalhada da estrutura econômica de um país, considerando sua capacidade de produzir uma ampla gama de bens que apresentam diferentes níveis de sofisticação e ubiquidade.

Além disso, o ECI tem sido utilizado em estudos que analisam sua relação com o crescimento econômico, apresentando capacidade preditiva em diferentes contextos (Hausmann et al., 2014). Consequentemente, para um estudo que busca explorar possíveis relações entre cultura, capacidade de inovação e diversificação econômica, o ECI, conforme fornecido pelo Observatório de Complexidade Econômica, constitui uma medida adequada aos objetivos propostos.

4.3.1.1 Regressão Linear

Oito modelos foram definidos com base nas variáveis explicativas e nas covariáveis; as variáveis explicativas são aquelas que apresentaram as maiores correlações com as variáveis dependentes. Veja Lantz (2015) para especificações utilizando o software R. Para cada um dos modelos, as regressões lineares foram executadas utilizando 50% da amostra para treinamento, enquanto os 50% restantes foram utilizados para teste. A equação (14) representa genericamente uma regressão linear em termos de variáveis explicativas e covariáveis:

$$Y_t = \beta_1 X_t + \sum_{j=1}^{k} \gamma_j Z_{j,t} + \epsilon_{1,t} \quad (14)$$

Na qual:

Y_t = variável dependente (Comércio, Pesquisa, Tecnologia);

X_t = variável explicativa;

$Z_{j,t}$ = covariáveis; e

$\epsilon_{1,t}$ = termo de erro.

A ideia de linearidade destaca uma estrutura explicativa para o comportamento do Comércio, da Pesquisa e da Tecnologia dentro de um contexto de complexidade. Como alternativa à regressão linear não ponderada, considera-se a ponderação das observações em função da variável explicativa. O uso dessas duas abordagens permite, primeiro, avaliar a consistência das relações observadas entre as variáveis explicativas, as covariáveis e as variáveis dependentes e, segundo, considerar a heterogeneidade associada às observações na estimação das variáveis dependentes.

4.3.1.2 Regressão Linear Ponderada

Em uma estrutura linear ponderada, a especificação algébrica é dada pela equação (15):

$$Y_t = \beta_2 X_t + \sum_{j=1}^{k} \gamma_j Z_{j,t} + \sum_{j=1}^{k} \delta_j W_{j,t} + \epsilon_{2,t} \quad (15)$$

Na qual:

Y_t = variável dependente (Comércio, Pesquisa, Tecnologia);

X_t = variável explicativa;

$Z_{j,t}$ = covariáveis;

$W_{j,t} = X_t \cdot Z_{j,t}$ = interação entre a variável explicativa e as covariáveis; e

$\epsilon_{2,t}$ = termo de erro.

A ideia por trás da ponderação reside em considerar tanto a relação entre a variável explicativa e a variável dependente quanto a relação das covariáveis com a variável dependente, incluindo a interação entre a variável explicativa e as covariáveis.

4.3.1.3 Regressões LASSO e Adaptive LASSO

A regressão LASSO — *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* — é uma técnica de regularização utilizada em especificações de aprendizado de máquina para estimar os coeficientes de um modelo de regressão linear, reduzir o risco de sobreajuste (*overfitting*) e, frequentemente, realizar a seleção de variáveis.

A metodologia envolveu a construção de estruturas lineares e lineares ponderadas para as regressões convencionais, bem como estruturas para as

abordagens LASSO, Ridge e Elastic Net. Kleinberg et al. (2015) propuseram uma função que minimiza o erro quadrático médio ao mesmo tempo em que incorpora uma penalização à estrutura funcional, buscando controlar a variância do modelo. Em procedimentos de aprendizado de máquina (ML), a abordagem LASSO utiliza um parâmetro de regularização, associado ao multiplicador de Lagrange, que controla a penalização aplicada aos coeficientes. Esse parâmetro estabelece um *trade-off* entre viés e variância. Este estudo especifica a abordagem LASSO para formas lineares. Sua principal característica reside no fato de que sua estrutura pode levar alguns coeficientes a assumirem valor zero, contribuindo para a seleção de variáveis.

Além disso, a regularização contribui para controlar a complexidade do modelo e para obter uma especificação funcional adequada aos dados. Durante o processo de estimação, os coeficientes associados a variáveis com menor contribuição para a predição podem convergir para zero. A estrutura analítica permanece semelhante à dos modelos de regressão linear estimados por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), embora incorpore uma penalização aos coeficientes. Essa característica pode contribuir para reduzir o sobreajuste, sendo particularmente útil em conjuntos de dados de alta dimensão — especialmente em situações nas quais o número de características pode exceder o número de observações, como pode ocorrer neste estudo. Ao reduzir ou eliminar os coeficientes de variáveis menos relevantes para a predição, o modelo pode apresentar maior capacidade de generalização. Assim, os modelos estimados podem ser utilizados para realizar predições com base na estrutura identificada.

Algebricamente, de acordo com Hastie, Tibshirani e Friedman (2009) e Raschka e Mirjalili (2019), a estrutura inicial consiste em um problema de otimização sem restrições, dado pela equação (16):

$$\hat{f}_{OLS} = \operatorname{argmin}_{f_\beta \in F_{linear}} \sum_{i=1}^{n} (y_i - f(x_i))^2 \quad (16)$$

Em que:

$\hat{f}_{OLS}$ representa a função estimada pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO);

f_β representa uma função linear parametrizada pelos coeficientes β;

$\mathcal{F}_{linear}$ representa o conjunto de funções lineares consideradas no modelo;

y_i corresponde ao valor observado da variável dependente para a observação i; e $f_\beta(x_i)$ corresponde ao valor estimado pelo modelo para essa observação.

O operador $\arg\min$ indica a escolha da função que minimiza a soma dos quadrados dos resíduos.

A partir da equação (16), a abordagem de regularização acrescenta ao critério de minimização uma função de penalização sobre os parâmetros do modelo, estabelecendo um *trade-off* entre viés e variância. Essa formulação pode ser representada pela equação (17):

$$\hat{f} = \operatorname{argmin}_{f_\beta \in F_{linear}} \left\{ \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - f_\beta(x_i) \right)^2 + \lambda R\left(f_\beta\right) \right\} \quad (17)$$

Na qual:

$R\left(f_\beta\right)$ representa a função de penalização aplicada aos parâmetros do modelo; e

λ representa o parâmetro de regularização, que controla a intensidade da penalização.

Dessa forma, a equação (17) combina a minimização da soma dos quadrados dos resíduos com uma penalização sobre a complexidade do modelo. O parâmetro λ estabelece o equilíbrio entre o ajuste aos dados e a penalização dos parâmetros: valores maiores de λ atribuem maior peso à penalização, enquanto valores menores priorizam o ajuste aos dados.

No caso da regressão LASSO, a função de penalização $R\left(f_\beta\right)$ corresponde à norma L_1 dos coeficientes, definida pela equação (18):

$$\| \beta \|_1 = \sum_{j=1}^{k} | \beta_j | \quad (18)$$

Em que β_j representa o j-ésimo coeficiente do modelo e k corresponde ao número de coeficientes considerados. Assim, o termo de penalização utilizado no LASSO pode ser expresso por:

$$\lambda \| \beta \|_1 = \lambda \sum_{j=1}^{k} | \beta_j | . \quad (19)$$

A utilização da norma L_1 faz com que, dependendo do valor de λ, alguns coeficientes possam assumir exatamente o valor zero, contribuindo para a seleção de variáveis e para a redução da complexidade do modelo. Dessa forma, o LASSO combina regularização e seleção de variáveis, podendo contribuir para a redução do sobreajuste e para a capacidade de generalização do modelo.

A característica principal da Regressão LASSO é que ela aplica o mesmo parâmetro de penalização a todos os coeficientes, o que pode introduzir viés nos coeficientes de maior magnitude. Portanto, uma alternativa é utilizar a Regressão Adaptive LASSO, uma vez que ela introduz pesos para penalizar cada coeficiente de forma diferente.

A formulação da Regressão Adaptive LASSO pode ser expressa por:

$$\hat{f}_{LM,A} = \text{argmin}_{f_\beta \in F} \left\{ \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - f_\beta \left(x_i \right) \right)^2 + \lambda R_\omega \left(\beta \right) \right\} \quad (20)$$

Na qual:

$R_\omega \left(\beta \right) = \| \beta \|_{1A}$ é o regularizador da Regressão Adaptive LASSO, que aplica pesos diferenciados aos coeficientes do modelo;

λ é o parâmetro de regularização, que controla a intensidade da penalização;

ω_j é o peso atribuído ao j-ésimo coeficiente;

$$\| \beta \|_{1A} = \sum_{j=1}^{k} \omega_j \, | \beta_j | \, ;$$

e os pesos são definidos por:

$$\omega_j = \frac{1}{|\beta_j^{inicial}|^\gamma}, \quad (21)$$

em que $\beta_j^{inicial}$ representa a estimativa inicial do j-ésimo coeficiente e γ é um parâmetro que controla a influência dos pesos, sendo adotado, neste estudo, $\gamma = 1$.

Com a parametrização dada pela equação (20), a sequência de valores para o parâmetro λ permite identificar a especificação do modelo que apresenta o melhor desempenho segundo o critério de avaliação adotado. A equação (20) refere-se à Regressão Adaptive LASSO, conforme Zou (2006).

Embora essa estrutura permita regularização, seleção de variáveis e generalização do modelo, a abordagem LASSO apresenta algumas limitações. Entre elas, destaca-se a possibilidade de introdução de viés nos coeficientes, especialmente em situações nas quais há variáveis com efeitos relevantes. Outro aspecto está relacionado à multicolinearidade: em conjuntos de variáveis altamente correlacionadas, o LASSO pode selecionar apenas algumas delas, atribuindo

coeficientes menores ou iguais a zero às demais. A compressão dos coeficientes em direção a zero pode, portanto, resultar em perda de informação e instabilidade no processo de seleção de variáveis. Como alternativa, considera-se a Regressão Ridge.

4.3.1.4 Regressão Ridge

A Regressão Ridge apresenta bom desempenho na presença de multicolinearidade, pois a penalização aplicada aos coeficientes contribui para reduzir sua variabilidade e controlar a complexidade do modelo. A formulação geral da regressão regularizada é dada por:

$$\hat{f}_{LM} = \operatorname{argmin}_{f_\beta \in F} \left\{ \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2 + \lambda R\left(f_\beta \right) \right\} \tag{22}$$

Na qual:

$R\left(f_\beta \right) = \| \beta \|_2^2$ é o regularizador da Regressão Ridge, baseado na norma L_2 dos coeficientes do modelo.

Da mesma forma, a penalização utilizada na Regressão Ridge é dada pela equação (23):

$$\| \beta \|_2^2 = \sum_{j=1}^{k} \beta_j^2 . \tag{23}$$

Nesse caso, o termo completo de penalização presente na equação (22) é dado por:

$$\lambda \ \| \beta \|_2^2 = \lambda \sum_{j=1}^{k} \beta_j^2 . \tag{24}$$

Embora a Regressão Ridge apresente algumas vantagens sobre o LASSO, certas características podem limitar sua utilização. Uma dessas características é que a Regressão Ridge não realiza seleção de variáveis, uma vez que, em geral, os coeficientes são comprimidos em direção a zero, mas não assumem exatamente esse valor. Como consequência, todas as variáveis permanecem na estrutura final do modelo, o que pode dificultar sua interpretação. Além disso, a regularização pode introduzir viés nos coeficientes, especialmente quando o parâmetro de regularização assume valores elevados. Em resumo, a Regressão Ridge constitui uma alternativa particularmente útil em situações nas quais a multicolinearidade representa um problema potencial, embora a compressão dos coeficientes possa resultar em perda de informação sobre sua magnitude original.

Uma alternativa seria combinar as estruturas da Regressão LASSO com a Regressão Ridge. Nesse caso, a Regressão Elastic Net combina as penalizações L_1 e L_2, permitindo incorporar simultaneamente características relacionadas à seleção de variáveis e ao tratamento da multicolinearidade.

4.3.1.5 Regressão Elastic Net

A Regressão Elastic Net combina características da Regressão LASSO e da Regressão Ridge, pois incorpora a capacidade de seleção de variáveis do LASSO e a penalização L_2 da Ridge, que contribui para o tratamento de problemas de multicolinearidade. Essa combinação permite considerar, simultaneamente, aspectos relacionados à seleção de variáveis e à regularização dos coeficientes, sendo particularmente útil em conjuntos de dados de alta dimensão.

Sua estrutura de ponderação incorpora elementos tanto do LASSO quanto da Ridge, conforme mostrado na equação (25):

$$\hat{f}_{LM} = \text{argmin}_{f_\beta \in F} \left\{ \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2 + \lambda \left[\sum_{j=1}^{p} \left(\alpha \beta_j^2 + (1-\alpha) \mid \beta_j \mid \right) \right] \right\} \quad (25)$$

Na qual:

p: número de parâmetros;

α: fator de ponderação entre as penalizações Ridge e LASSO, sendo α associado à penalização L_2 e $1-\alpha$ à penalização L_1;

λ: parâmetro de regularização, que controla a intensidade da penalização.

Ao combinar ambas as estruturas, a abordagem de regressão Elastic Net permite considerar simultaneamente a seleção de variáveis e a regularização dos coeficientes. Entretanto, essa combinação exige a definição dos parâmetros de regularização e de ponderação, podendo resultar em uma especificação mais complexa do que as abordagens LASSO e Ridge consideradas isoladamente.

Como uma alternativa adicional, estruturas de seleção baseadas em árvores de regressão e *random forest* também foram testadas[1].

4.3.1.6 Tratamento de Dados

Um dos problemas relevantes no uso de regressões multivariáveis é a multicolinearidade. Considerando que os dados utilizados não constituem uma série temporal, mas sim um conjunto de dados de corte transversal (*cross-section*), o

[1] O código poderá ser fornecido mediante contato.

problema da autocorrelação serial não se aplica à estrutura analisada. Portanto, o uso de três estruturas distintas — o modelo linear básico, o modelo linear com covariáveis e o modelo linear com covariáveis e termos de interação — permite analisar diferentes especificações da relação entre as variáveis.

Sob a ótica das relações causais, a análise da relação entre as variáveis deve levar em conta, entre outros aspectos, a ideia de precedência temporal, conforme discutido por Pearl (2009). Essa condição não está presente no conjunto de dados analisado, que possui estrutura de corte transversal. Além disso, os dados utilizados impõem restrições à aplicação de procedimentos baseados na causalidade de Granger, cuja formulação está associada à informação temporal.

Tabela 23 – Artigo 3: Correlações das variáveis explicativas

	PDI	IDV	MAS	UAI	LTO	IVR
PDI	1,0000	-0,6872	0,1501	0,1919	0,0743	-0,3882
IDV	-0,6872	1,0000	0,0574	-0,1524	0,0389	0,2299
MAS	0,1501	0,0574	1,0000	0,0476	0,0892	-0,0012
UAI	0,1919	-0,1524	0,0476	1,0000	-0,0006	-0,1191
LTO	0,0743	0,0389	0,0892	-0,0006	1,0000	-0,4978
IVR	-0,3882	0,2299	-0,0012	-0,1191	-0,4978	1,0000

Fonte: Elaboração própria.

Conforme apresentado na Tabela 23, considerando a regra prática segundo a qual a correlação entre as variáveis deve ser inferior a $|0{,}8|$, verifica-se que a estrutura, aparentemente, não apresenta problemas de multicolinearidade. Esses aspectos serão também abordados mediante a utilização de regressões regularizadas.

O uso dessas variáveis exigiu o escalonamento das variáveis, como procedimento de padronização, para garantir que todas as covariáveis estejam na mesma escala, o que é relevante por razões estatísticas e computacionais.

A Tabela 24 fornece uma visão sobre a possibilidade de endogeneidade das variáveis PDI, IDV, LTO e IVR.

Tabela 24 – Artigo 3: Possibilidade de endogeneidade

	Pesquisa	Tecnologia	Comércio
PDI	<0,01	<0,01	<0,01
IDV	<0,01	<0,01	<0,01
MAS	NS	NS	NS
UAI	NS	NS	NS
LTO	NS	<0,05	<0,01
IVR	<0,01	<0,01	NS

Fonte: Elaboração própria.

Apesar da possibilidade de viés de endogeneidade, em que uma variável explicativa, por também ser explicada pela variável dependente, apresenta covariância significativa com o termo de erro, a abordagem desse problema é limitada pelo tamanho da amostra. Isso porque, segundo o critério de regularidade, seria necessário um número maior de instrumentos, o que poderia gerar um problema de graus de liberdade. Além disso, a qualidade dos instrumentos imporia restrições adicionais à análise. Um dos problemas seria a ausência de temporalidade na série, o que impediria o uso da variável dependente defasada como instrumento.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar a complexidade do comércio, da pesquisa e da tecnologia, foram utilizadas seis especificações de regressão. A primeira corresponde à regressão linear, a segunda à regressão linear ponderada, a terceira à regressão LASSO, seguida pela Adaptive LASSO, pela regressão Ridge e, finalmente, pela regressão Elastic Net.

A literatura empírica sugere que a Orientação de Longo Prazo está positivamente associada ao Comércio, enquanto o Índice de Distância do Poder e o Índice de Aversão à Incerteza estão negativamente associados ao Comércio. A hipótese é que o Índice de Individualismo, um Baixo Índice de Aversão à Incerteza e o Índice de Orientação de Longo Prazo estejam positivamente associados à camada de Tecnologia da Complexidade Econômica. Finalmente, o Baixo Índice de Distância do Poder, o Índice de Individualismo, o Baixo Índice de Masculinidade-Feminilidade

e o Baixo Índice de Aversão à Incerteza estariam positivamente associados à camada de Pesquisa da Complexidade Econômica.

O estudo envolveu diferentes especificações de modelos para Comércio, Pesquisa e Tecnologia, conforme mostrado na Tabela 22. Para as regressões linear e ponderada, foram consideradas especificações convencionais, nas quais uma variável foi designada como variável explicativa e as demais foram tratadas como covariáveis.

4.4.1 Resultados para as Regressões Convencionais: Linear e Ponderada

A Tabela 25 apresenta as estimativas dos coeficientes para os dois modelos de regressão linear para o índice de complexidade econômica baseado no Comércio, com um modelo, o Modelo 1-A, ponderado pelo IDV (Índice de Individualismo), e o outro, Modelo 1-B, ponderado pelo LTO (Orientação de Longo Prazo). No modelo linear simples (Modelo 1-A), o intercepto não é significativo para ambas as estruturas de ponderação, IDV e LTO, com valores de -0,013 e -0,292, respectivamente. Isso sugere que o ponto de partida, quando todas as variáveis são zero, não é estatisticamente significativo.

No Modelo 1-A, o coeficiente para o índice IDV, variável explicativa, é positivo e significativo no modelo linear (0,0159, significativo ao nível de 1%). Isso indica que, mantendo todas as outras variáveis constantes, um aumento no IDV está associado a um aumento no valor esperado da variável dependente. Ainda no Modelo 1-A, o LTO é estatisticamente significativo ao nível de 1% no modelo linear (0,3781), sugerindo que um aumento na orientação de longo prazo está associado a um aumento na variável dependente. Da mesma forma, uma variável de ruído (*noise*) apresentou um sinal negativo (-0,2924, significativo ao nível de 5%). Na regressão ponderada, entretanto, a significância do IDV desaparece (0,0152, mas não significativo), o que indica que, nessa especificação, não foi identificada associação estatisticamente significativa entre o IDV e a variável dependente. O R^2 ajustado no modelo linear simples (Modelo 1-A) é 0,6155, indicando que 61,55% da variabilidade da variável dependente é explicada pelo conjunto de variáveis do modelo linear. Na estrutura ponderada, o valor é menor (0,3813), indicando menor ajuste segundo esse indicador.

No Modelo 1-B, na estrutura linear, o coeficiente para o IDV permanece positivo (0,3503, não significativo), não havendo evidência estatística suficiente para sustentar uma associação significativa. A variável LTO apresentou um sinal positivo (0,0162, significativo a 1%) e uma variável de ruído (*noise*) apresentou coeficiente negativo (-0,292, significativo a 5%). No modelo ponderado, o coeficiente para o IDV é maior (1,379) e significativo ao nível de 1%. Nenhuma das outras variáveis (PDI, MAS, UAI, IVR) é estatisticamente significativa em nenhum dos modelos, indicando que, neste conjunto de dados, não foram identificadas associações estatisticamente significativas entre essas variáveis e a variável dependente. A estatística F é significativa nos modelos lineares simples 1-A e 1-B, mas não no modelo ponderado 1-A, indicando que, segundo esse teste, os modelos lineares apresentam evidência de significância global, enquanto o modelo ponderado 1-A não apresenta.

O teste de Breusch-Pagan foi utilizado para avaliar a presença de heterocedasticidade. As técnicas LASSO, Adaptive LASSO, Ridge e Elastic Net foram empregadas com o objetivo de regularização e seleção de variáveis, especialmente diante da estrutura das variáveis explicativas. O uso do LASSO contribui para controlar a magnitude dos coeficientes por meio da regularização. O Adaptive LASSO, ao atribuir pesos individuais a cada coeficiente, permite uma penalização diferenciada. A Regressão Ridge produz uma regularização baseada na penalização L_2, sendo particularmente útil em situações de multicolinearidade. Finalmente, a abordagem Elastic Net combina as penalizações L_1 e L_2, permitindo realizar simultaneamente a seleção de variáveis e a regularização dos coeficientes.

Tabela 25 – Artigo 3: Regressões Lineares – Modelo 1

Coeficientes	Modelo 1A (Linear)	Modelo 1A (Linear Ponderada) W=IDV	Modelo 1B (Linear)	Modelo 1B (Linear Ponderada) W=LTO
(Intercepto)	-0,063 (0,3605)	-0,013 (0,909)	0,028 (0,260)	-0,292 (0,352)
IDV	0,0159 (0,0087)***	0,0152 (0,0129)	0,3503 (0,152)	1,379 (0,7477)***
LTO	0,3781 (0,1283)***	0,5732 (0,735)	0,0162 (0,006)***	0,025 (0,0111)**
PDI	-0,1561 (0,1611)	-0,154 (1,125)	-0,156 (0,161)	0,0337 (0,493)
MAS	0,1394 (0,1138)	-0,246 (0,586)	0,139 (0,114)	-0,220 (0,602)
UAI	-0,0989 (0,1204)	-0,197 (0,748)	-0,099 (0,120)	0,0888 (0,115)
IVR	-0,0053 (0,1327)	0,166 (0,641)	-0,005 (0,133)	0,104 (0,704)
noise1	-0,0498 (0,1255)	-0,126 (0,586)	-0,049 (0,126)	0,014 (0,254)
noise2	-0,2924 (0,1146)**	-0,426 (0,489)	-0,292 (0,115)**	1,107 (0,471)**
W:PDI	-	-0,002 (0,0235)	-	-0,007 (0,009)
W:MAS	-	0,0062 (0,0147)	-	0,007 (0,008)
W:UAI	-	0,0011 (0,0133)	-	-0,017 (0,013)
W:IDV	-	-0,0243 (0,0105)	-	-0,014 (0,0105)
W:LTO	-	-	-	-0,0033 (0,0132)
W:IVR	-	-0,0025 (0,007)	-	0,005 (0,017)
W:noise1	-	0,0005 (0,786)	-	-0,002 (0,011)
W:noise2	-	0,0024 (0,007)	-	-0,0215 (0,011)*
Durbin-Watson	2,27	2,3	2,3	2,59
Breusch-Pagan	13,72*	15,64	6,33	16,02
RSE	0,5009	0,6354	0,5009	0,472
R^2 Mult.	0,7385	0,7525	0,7385	0,864
R^2 Ajustado	0,6155	0,3813	0,6155	0,659
Estatística F	6,002***	2,03	6,002***	4,224**
gl (df)	(8, 17)	(15, 10)	(8, 17)	(15, 10)

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).
*Nota: Significância a ***(1%), **(5%) e *(10%). Os erros padrão estão entre parênteses.

No caso do Modelo 2, referente à complexidade baseada em tecnologia, conforme a Tabela 26, existem três submodelos (2-A, 2-B e 2-C) com diferentes

variáveis explicativas (IDV, PDI e IVR). Em todos os submodelos, o intercepto não é significativo.

No Modelo 2-A, o coeficiente para IDV é significativo no modelo linear (0,021, a 10%), indicando uma associação positiva com a variável dependente, enquanto no modelo ponderado não é significativo. A variável LTO também apresenta um sinal positivo (0,438, significativo a 1%). Nos outros submodelos, o coeficiente para IDV também é estatisticamente significativo no Modelo 2-B (0,384, a 10%) e no Modelo 2-C (0,384, a 10%). Algumas variáveis ponderadas, como *noise* (no Modelo 2-A ponderado por IDV) e *noise* ponderado, são significativas. O Modelo 2-B ponderado é rejeitado com base no teste F. Finalmente, o Modelo 2-C também apresentou um sinal positivo (0,297, a 10%) para o LTO. Além disso, a regressão ponderada para o Modelo 2-C apresentou uma estatística F que não foi significativa. Nesse contexto, a representação para o Comércio revelou estruturas lineares para todos os modelos, exceto para as regressões ponderadas dos Modelos 2-B e 2-C. O problema, como mencionado anteriormente, motivou o uso de regressões regularizadas.

Os modelos de Pesquisa com o uso de variáveis explicativas apresentados na Tabela 27 focam nas variáveis IDV, PDI e IVR. A variável IVR apresenta coeficientes positivos de forma consistente em todas as especificações, exceto no Modelo 3-C ponderado, e é altamente significativa em alguns casos — particularmente no Modelo 3-C ponderado por IVR ($p < 0{,}01$). O R^2 ajustado nos três modelos varia de 30,9% a 63,3%, atingindo 81,7% no Modelo 3-A ponderado, indicando maior poder explicativo segundo esse indicador. A estatística F é significativa na maioria das especificações, exceto no Modelo 3-B linear ponderado, indicando significância estatística global na maioria dos modelos.

Os parâmetros mais consistentemente significativos nas especificações lineares e ponderadas são: IVR (linear nos Modelos 3-A e 3-B; ponderado nos Modelos 3-A e 3-C), IDV (linear nos Modelos 3-A e 3-C; ponderado no Modelo 3-A), MAS (ponderado no Modelo 3-A), LTO (linear no Modelo 3-B) e *noise* (ponderado no Modelo 3-A).

Tabela 26 – Artigo 3: Regressões Lineares – Modelo 2

Coeficientes	Modelo 2A (Linear)	Modelo 2A (Linear Ponderada) W=IDV	Modelo 2B (Linear)	Modelo 2B (Linear Ponderada) W=PDI	Modelo 2C (Linear)	Modelo 2C (Linear Ponderada) W=IVR
(Intercepto)	-0,301 (0,464)	-0,042 (0,680)	0,968 (0,556)	1,248 (0,852)	0,501 (0,427)	1,285 (0,991)
PDI	0,032 (0,200)	0,537 (0,887)	-0,008 (0,01)*	-0,006 (0,014)	-0,177 (0,224)	-1,656 (1,629)
IDV	0,021 (0,009)*	0,020 (0,011)	0,384 (0,218)*	-1,369 (1,217)	0,384 (0,218)*	0,064 (0,773)
MAS	0,074 (0,130)	-0,398 (0,629)	-0,072 (0,161)	0,246 (0,549)	-0,072 (0,161)	1,205 (0,97)
UAI	0,019 (0,131)	0,330 (0,455)	0,093 (0,166)	-0,334 (1,052)	0,093 (0,166)	-0,959 (0,86)
LTO	0,438 (0,138)***	1,008 (0,614)	0,297 (0,169)*	0,321 (0,576)	0,297 (0,169)*	-0,898 (0,671)
IVR	0,147 (0,144)	0,295 (0,493)	-	-	0,018 (0,174)	1,418 (0,775)*
noise1	-0,074 (0,150)	-0,912 (0,393)**	-0,104 (0,152)	0,788 (0,460)	-0,104 (0,152)	0,599 (0,629)
noise2	-0,121 (0,133)	0,545 (0,616)	0,077 (0,158)	-0,328 (0,430)	0,077 (0,158)	0,646 (0,462)
W:IDV	-	0,026 (0,019)	-	-	-	0,003 (0,014)
W:PDI	-	-	-	-0,004 (0,017)	-	0,022 (0,027)
W:MAS	-	0,008 (0,010)	-	-0,006 (0,012)	-	-0,021 (0,017)
W:UAI	-	-0,005 (0,008)	-	0,002 (0,015)	-	0,016 (0,0161)
W:LTO	-	-0,006 (0,012)	-	-0,001 (0,009)	-	0,020 (0,013)
W:IVR	-	0,005 (0,011)	-	-	-	-0,019 (0,012)
W:noise1	-	0,0165 (0,007)**	-	0,017 (0,01)	-	-0,007 (0,010)
W:noise2	-	-0,013 (0,012)	-	0,008 (0,007)	-	-0,011 (0,008)
Durbin-Watson	2,50	2,13	1,802	2,066	1,802	1,67
Breusch-Pagan	4,22	16,98	16,125**	13,011	16,13**	21,614
RSE	0,578	0,476	0,714	0,663	0,714	0,696
R² Mult.	0,652	0,861	0,5303	0,762	0,5303	0,74
R² Ajustado	0,489	0,655	0,309	0,405	0,309	0,343
Estatística F	3,987***	4,125**	2,399*	2,132	2,399*	1,871
gl (df)	(8, 17)	(15, 10)	(8, 17)	(15, 10)	(8, 17)	(15, 10)

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).
*Nota: Significância a ***(1%), **(5%) e *(10%). Os erros padrão estão entre parênteses.

Os modelos ponderados nem sempre melhoram o ajuste (R^2 ajustado) ou a significância das variáveis. A multicolinearidade e a influência de observações discrepantes podem ser fatores que afetam os modelos ponderados, o que poderia estar relacionado à diminuição da significância em alguns casos e à inclusão de duas variáveis aleatórias no modelo. O teste de Breusch-Pagan foi utilizado para avaliar a presença de heterocedasticidade. As técnicas de regularização foram empregadas para lidar com a multicolinearidade e realizar seleção ou estabilização dos coeficientes.

O uso da ponderação de variáveis nas regressões LASSO ou Ridge pode ser justificado tanto teórica quanto praticamente. Do ponto de vista teórico, a atribuição de pesos de penalização distintos a cada coeficiente permite que o modelo considere diferenças na magnitude dos coeficientes e nas características das variáveis. Em particular, a estrutura da Adaptive LASSO (Zou, 2006) demonstra que ponderar a penalização inversamente à magnitude de uma estimativa inicial, como coeficientes de MQO, permite que o estimador apresente propriedades associadas à propriedade oracle, identificando consistentemente o conjunto de coeficientes não nulos sob determinadas condições. A ponderação também pode contribuir para considerar preditores medidos em diferentes escalas, especialmente quando o procedimento de estimação não utiliza variáveis previamente padronizadas. Além disso, a incorporação de conhecimento prévio por meio de pesos menores para variáveis teoricamente importantes ou mais confiáveis pode permitir que o modelo incorpore informações específicas do domínio, mantendo os benefícios da regularização. Empiricamente, a ponderação de variáveis pode contribuir para o desempenho preditivo e para a estabilidade da seleção de variáveis em situações de multicolinearidade. Essas características fornecem uma justificativa para o uso de penalidades ponderadas em estruturas de regressão regularizada, como LASSO e Adaptive LASSO.

Tabela 27 – Artigo 3: Regressões Lineares – Modelo 3

Coeficientes	Modelo 3A (Linear)	Modelo 3A (Linear Ponderada) W=IDV	Modelo 3B (Linear)	Modelo 3B (Linear Ponderada) W=PDI	Modelo 3C (Linear)	Modelo 3C (Linear Ponderada) W=IVR
(Intercepto)	-0,128 (0,387)	0,006 (0,451)	0,968 (0,556)*	1,248 (0,852)	-0,065 (0,319)	-0,058 (0,780)
IVR	0,430 (0,13)***	0,182 (0,007)**	0,018 (0,174)	1,418 (0,775)*	0,019 (0,006)***	-
IDV	0,021 (0,007)**	0,384 (0,218)*	-1,369 (1,217)	-	0,463 (0,163)**	-0,547 (0,609)
MAS	-0,052 (0,121)	-0,962 (0,482)*	-0,072 (0,161)	0,246 (0,549)	-0,052 (0,121)	-0,317 (0,763)
UAI	0,154 (0,124)	-0,265 (0,426)	0,093 (0,166)	-0,334 (1,052)	0,154 (0,124)	0,529 (0,676)
LTO	0,184 (0,126)	0,468 (0,351)	0,297 (0,169)*	0,321 (0,576)	0,184 (0,126)	-0,093 (0,528)
PDI	-0,156 (0,167)	0,415 (0,531)	-0,008 (0,01)	-	-0,156 (0,167)	-1,017 (1,281)
noise1	-0,084 (0,114)	0,769 (0,268)**	-0,104 (0,152)	-0,788 (0,460)	-0,084 (0,114)	-0,337 (0,494)
noise2	0,042 (0,118)	-0,253 (0,262)	0,077 (0,158)	-0,328 (0,430)	0,042 (0,118)	0,314 (0,364)
W:IVR	-	0,011 (0,006)*	-	-	-	-0,019 (0,012)
W:IDV	-	0,026 (0,019)	-	-	-	0,017 (0,011)
W:MAS	-	0,015 (0,008)*	-	-0,006 (0,012)	-	0,006 (0,013)
W:UAI	-	0,009 (0,010)	-	0,002 (0,015)	-	-0,009 (0,013)
W:LTO	-	-0,003 (0,006)	-	-0,001 (0,009)	-	0,007 (0,010)
W:PDI	-	-	-	-0,009 (0,010)	-	0,017 (0,021)
W:noise1	-	-0,014 (0,004)***	-	0,017 (0,010)	-	0,004 (0,008)
W:noise2	-	0,006 (0,003)	-	0,008 (0,007)	-	-0,005 (0,006)
Durbin-Watson	1,718	1,818	1,802	1,802	1,719	1,634
Breusch-Pagan	14,43*	9,424	16,13**	16,13**	14,43*	12,571
RSE	0,534	0,377	0,714	0,663	0,534	0,548
R² Mult.	0,75	0,927	0,5303	0,762	0,75	0,845
R² Ajustado	0,632	0,817	0,309	0,405	0,633	0,614
Estatística F	6,38***	8,439***	2,399*	2,132	6,377***	3,646**
gl (df)	(8, 17)	(15, 10)	(8, 17)	(15, 10)	(8, 17)	(15, 10)

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).
*Nota: Significância a ***(1%), **(5%) e *(10%). Os erros padrão estão entre parênteses.

4.4.2 Resultados para as Regressões LASSO e Adaptive LASSO

A Tabela 28 apresenta os resultados das regressões LASSO e Adaptive LASSO para os diferentes modelos (1, 2 e 3). O intercepto representa o valor da variável dependente quando todas as variáveis independentes têm valor zero. Os valores variam entre os modelos, indicando mudanças na linha de base de cada um. Em todos os casos, o intercepto é significativo ao nível de 1% de significância e apresenta sinal positivo. Deve-se lembrar que o Adaptive LASSO utiliza pesos diferentes para as variáveis na penalização.

O IDV (Índice de Individualismo) aparece nos três modelos, sendo estatisticamente significativo ao nível de 5% nos Modelos 1 e 2 e ao nível de 1% no Modelo 3, apresentando coeficientes positivos. No Modelo 2, os coeficientes do IDV, UAI, IVR, *noise1* e *noise2* são estatisticamente significativos ao nível de 5%. No Modelo 3, o IDV é significativo ao nível de 1%, enquanto LTO, IVR e *noise2* são significativos ao nível de 5%. O Adaptive LASSO para o Modelo 1 apresentou apenas o intercepto e o IDV como variáveis com significância estatística. Para o Modelo 2, o intercepto é significativo ao nível de 1%, enquanto IDV, UAI, *noise1* e *noise2* apresentam significância aos níveis de 5%, 5%, 1% e 10%, respectivamente. No Modelo 3, o intercepto e o IDV são significativos ao nível de 1%, enquanto UAI, LTO, *noise1* e *noise2* são significativos ao nível de 5%. O Modelo 3 do Adaptive LASSO apresenta um valor negativo para o R^2 ajustado. Em geral, os valores positivos do R^2 ajustado variam de 24,4% a 83,1%, enquanto o Modelo 3 do Adaptive LASSO apresenta valor de −150,3%. A estatística F foi significativa ao nível de 5% nos Modelos 1 e 2 e ao nível de 1% no Modelo 3, tanto para o LASSO quanto para o Adaptive LASSO.

Algumas variáveis, como PDI e MAS, não possuem coeficientes listados em alguns modelos da Tabela 28, indicando que não foram selecionadas pelo modelo LASSO ou Adaptive LASSO. O mesmo ocorre com UAI, LTO, IVR, *noise1* e *noise2* em algumas especificações. Nesses casos, as variáveis não foram selecionadas pelo modelo. O parâmetro λ é uma parte importante dos procedimentos LASSO e Adaptive LASSO, pois controla a intensidade da penalização aplicada aos coeficientes, podendo fazer com que alguns deles sejam reduzidos exatamente a zero.

Algumas métricas de qualidade de ajuste, como o RSE (*Residual Standard Error*), indicam o nível do erro residual, ou seja, a variabilidade não explicada pelo modelo. Dentro das especificações apresentadas, o menor RSE ocorre no Modelo 3-LASSO, com valor de 0,3471, seguido pelo Modelo 2-Adaptive LASSO, com 0,3493. O R^2 múltiplo mede a proporção da variabilidade na variável dependente explicada pelas variáveis independentes. Os valores mais elevados aparecem no Modelo 2-LASSO (0,931), no Modelo 2-Adaptive LASSO (0,930), no Modelo 3-LASSO (0,913) e no Modelo 3-Adaptive LASSO (0,913).

Tabela 28 – Artigo 3: Regressões LASSO e Adaptive LASSO

Coeficientes	**1 - LASSO**	**2 - LASSO**	**3 - LASSO**	**1 - Adap. LASSO**	**2 - Adap. LASSO**	**3 - Adap. LASSO**
(Intercepto)	0,900 (0,166)***	0,915 (0,133)***	1,108 (0,112)***	1,108 (0,178)***	0,912 (0,120)***	1,112 (0,103)***
IDV	0,359 (0,158)**	0,468 (0,16)**	0,682 (0,104)***	0,388 (0,176)**	0,457 (0,141)**	0,676 (0,092)***
PDI	-	-0,108 (0,159)	-0,101 (0,144)	-	-	-
MAS	-	0,046 (0,135)	0,022 (0,106)	-	-	-
UAI	-	0,514 (0,149)**	0,497 (0,106)	-	0,526 (0,132)**	0,508 (0,108)**
LTO	-	0,283 (0,165)	-0,254 (0,095)**	-	-0,169 (0,127)	-0,248 (0,084)**
IVR	-	-0,669 (0,167)**	-0,642 (0,134)***	-	-	-
noise1	-	-0,815 (0,191)**	-0,314 (0,170)	-	-0,839 (0,162)***	-0,331 (0,138)**
noise2	-	0,287 (0,138)**	0,319 (0,106)**	-	0,282 (0,125)*	0,319 (0,099)**
λ min	0,325	0,052	0,039	0,674	0,047	0,025
RSE	0,574	0,385	0,3471	0,6403	0,3493	1,396
R^2 Mult.	0,494	0,931	0,913	0,307	0,93	0,913
R^2 Ajustado	0,392	0,795	0,826	0,244	0,831	-1,503
Estatística F	4,871**	6,808**	10,51***	4,871**	9,428**	14,59***
gl (df)	(2, 10)	(8, 4)	(6, 6)	(1, 11)	(7, 5)	(5, 7)

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).

*Nota: Significância a ***(1%), **(5%) e *(10%). Os erros padrão estão entre parênteses. Traços (-) indicam variáveis não selecionadas pelo modelo.

A regularização LASSO favorece modelos mais simples, mas pode reduzir os coeficientes de variáveis com menor contribuição para a predição, fazendo com que alguns assumam valor zero. O LASSO, portanto, realiza simultaneamente a regularização e a seleção de variáveis, o que se reflete no fato de algumas variáveis não aparecerem nas especificações finais.

Considerando conjuntamente os indicadores apresentados, os Modelos 2-LASSO e 3-LASSO apresentam os maiores valores de R^2 ajustado entre as especificações LASSO, enquanto o Modelo 3-Adaptive LASSO apresenta R^2 ajustado negativo, apesar de possuir R^2 múltiplo elevado.

4.4.3 Resultados para as Regressões Ridge

A Tabela 29 descreve os resultados das regressões Ridge para os modelos considerando como variáveis dependentes o Comércio, a Tecnologia e a Pesquisa.

O uso da regressão Ridge apresentou um aspecto importante: apenas o Modelo 3 apresentou estatística F significativa ao nível de 1%, indicando significância estatística conjunta dessa especificação, enquanto os Modelos 1 e 2 não apresentaram significância estatística conjunta. No Modelo 1, o LTO apresentou a maior importância relativa entre as variáveis (39,6%), seguido pelo IVR (19,2%) e pelo IDV (5,5%). No Modelo 2, o LTO também apresentou a maior importância relativa (32,0%), seguido pelo IDV (25,6%) e pelo PDI (15,2%). No Modelo 3, o IDV apresentou a maior importância relativa (36,9%), seguido pelo LTO (18,5%), PDI (18,0%) e IVR (22,1%).

O Modelo 3 apresentou o maior R^2 entre as especificações analisadas, com 65,6%, e o menor RMSE, de 0,513 (Tabela 29). Esses resultados indicam que, entre os três modelos, a especificação referente à Pesquisa apresenta maior proporção da variabilidade explicada pelo modelo e menor erro de predição segundo os indicadores considerados.

A distribuição da importância relativa no Modelo 3 mostra que IDV, IVR, LTO e PDI apresentam as maiores participações, correspondendo, respectivamente, a 36,9%, 22,1%, 18,5% e 18,0%. Esses quatro indicadores concentram a maior parte da importância relativa atribuída às variáveis nessa especificação.

Diante desses resultados, o Modelo 3 apresenta significância estatística conjunta e os maiores valores de R^2 e de desempenho preditivo entre as três especificações, considerando o menor RMSE. Já os Modelos 1 e 2 não apresentam significância estatística conjunta, devendo seus resultados ser interpretados com cautela.

Tabela 29 – Artigo 3: Regressões Ridge

Coeficientes	Modelo 1 (Comércio)	Modelo 2 (Tecnologia)	Modelo 3 (Pesquisa)
IVR	0,012 [0,192]	0,000 [0,012]	0,0103 [0,221]
IDV	0,003 [0,055]	0,008 [0,256]	0,0163 [0,369]
MAS	0,008 [0,116]	-0,002 [0,07]	0,000 [0,000]
UAI	-0,005 [0,107]	0,0004 [0,03]	-0,0004 [0,02]
LTO	0,021 [0,396]	0,009 [0,32]	0,007 [0,185]
PDI	0,000 [0,000]	-0,005 [0,152]	-0,008 [0,18]
noise1	14,68 [0,130]	8,43 [0,11]	2,543 [0,026]
noise2	-0,45 [0,004]	2,285 [0,05]	0,000 [0,000]
Alpha	0,5	0,1	0,25
R^2	0,053	0,214	0,656
RMSE	0,708	0,703	0,513
Estatística F	0,143	0,6989	4,897***

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).
*Nota: Significância a ***(1%), **(5%) e (10%). Os valores entre colchetes [ ] representam a Importância Relativa.

4.4.4 Resultados para a Regressão Elastic Net

A Tabela 30 apresenta os resultados das regressões Elastic Net, uma técnica que combina as penalizações do LASSO e da Ridge, utilizando dois hiperparâmetros principais: **α (alfa)**, que controla o equilíbrio entre as penalizações LASSO e Ridge, e **λ (lambda)**, que controla o nível geral de penalização aplicado aos coeficientes.
O valor de **α** define o equilíbrio entre o LASSO e a Ridge. Quando α se aproxima de 1, a penalização se aproxima da estrutura do LASSO, enquanto valores de α mais próximos de 0 se aproximam da penalização da Ridge. Assim, valores intermediários representam uma combinação das duas penalizações.

Em relação aos resultados para **α** na Tabela 30, os valores estimados foram 0,233 para o Modelo 1, 0,128 para o Modelo 2 e 0,1428 para o Modelo 3, indicando

que as três especificações apresentam maior proximidade com a penalização da Ridge. O Modelo 3 apresentou o maior R², de 65,3%, e o maior R² ajustado, de 25,6%, entre as três especificações. O parâmetro **λ** apresentou valores de 0,283, 0,402 e 0,055 para os Modelos 1, 2 e 3, respectivamente. No Modelo 3, portanto, observa-se o menor valor de λ entre as três especificações.

Tabela 30 – Artigo 3: Regressões Elastic Net

Coeficientes	**Modelo 1 (Comércio)**	**Modelo 2 (Tecnologia)**	**Modelo 3 (Pesquisa)**
(Intercepto)	0,711 (0,978)***	0,529 (0,096)***	0,739 (0,058)***
PDI	-0,003 (0,007)	-0,007 (0,006)	-0,009 (0,005)*
IDV	0,009 (0,006)	0,017 (0,006)**	0,0167 (0,004)***
MAS	-	-0,006 (0,004)	-0,006 (0,003)*
UAI	-	0,0056 (0,004)	0,004 (0,003)
LTO	0,025 (0,005)***	0,0098 (0,004)**	0,004 (0,003)
IVR	-	0,009 (0,006)	0,019 (0,004)***
noise1	5,50 (12,3)	15,1 (12,6)	-15,2 (7,07)**
noise2	-	3,40 (7,02)	-
α(alfa)	0,233	0,128	0,1428
λ(lambda)	0,283	0,402	0,055
RMSE	0,407	0,4867	0,517
R²	0,418	0,0975	0,653
MAE	0,558	0,495	0,4009
RSE	0,515	0,649	0,782
R² Ajustado	-0,152	-0,504	0,256
Estatística F	0,603	0,162	1,65

Fonte: Resultados da pesquisa (2026).
*Nota: Significância a ***(1%), **(5%) e (10%). Os erros padrão estão entre parênteses. Traços (-) indicam variáveis não incluídas na estrutura.

Quanto aos coeficientes, no Modelo 1, o LTO apresenta coeficiente positivo e significativo ao nível de 1%. No Modelo 2, IDV e LTO apresentam coeficientes positivos e significativos aos níveis de 5% e 5%, respectivamente. No Modelo 3, PDI apresenta coeficiente negativo e significativo ao nível de 10%, enquanto IDV apresenta coeficiente positivo e significativo ao nível de 1%, MAS apresenta

coeficiente negativo e significativo ao nível de 10%, e IVR apresenta coeficiente positivo e significativo ao nível de 1%.

Nenhum dos três modelos apresentou estatística F estatisticamente significativa. O Modelo 1 apresentou estatística F de 0,603, o Modelo 2 de 0,162 e o Modelo 3 de 1,65. Dessa forma, não há evidência de significância estatística conjunta das especificações segundo esse teste.

Em relação às demais métricas, o Modelo 3 apresentou o maior R^2 (0,653) e o maior R^2 ajustado (0,256), enquanto o Modelo 1 apresentou menor RMSE (0,407) e o Modelo 3 apresentou menor MAE (0,4009). O RSE foi de 0,515, 0,649 e 0,782 para os Modelos 1, 2 e 3, respectivamente. Esses resultados mostram diferenças entre as especificações de acordo com a métrica considerada.

De forma geral, os resultados das diferentes especificações de regressão indicam associações recorrentes entre algumas dimensões culturais e as três camadas da complexidade econômica. O IDV e o LTO aparecem com maior frequência nas especificações relacionadas ao Comércio e à Tecnologia, enquanto o IDV e o IVR se destacam nas especificações relacionadas à Pesquisa. Os resultados das regressões regularizadas apresentam padrões semelhantes em algumas dessas relações, embora a seleção e a magnitude dos coeficientes variem de acordo com a técnica empregada. Na regressão Ridge, o IDV e o IVR apresentam as maiores importâncias relativas no Modelo 3, enquanto, no Elastic Net, essas dimensões também apresentam coeficientes positivos e estatisticamente significativos nessa especificação.

4.4.5 Implicações de Políticas

As orientações para políticas econômicas relacionadas ao comércio devem considerar as diferenças entre os resultados obtidos neste estudo e os encontrados na literatura empírica anterior. Enquanto Maurya e Sahu (2022) apresentam o individualismo como uma variável central, Lima e Crepaldi (2024) indicam que uma menor Distância do Poder está associada a maior complexidade econômica. Os resultados deste estudo apresentam diferenças em relação a esses achados anteriores: o Índice de Distância do Poder não apresentou resultados estatisticamente significativos, enquanto a Orientação de Longo Prazo apresentou associação positiva

com a complexidade do comércio, relacionada à diversificação das exportações. Observou-se também a significância de uma variável de ruído em algumas especificações, o que pode indicar a presença de variação não capturada pelos fatores culturais considerados no modelo. Além disso, considerando as diferentes especificações de regressão e as abordagens de machine learning, observa-se que o Índice de Indulgência–Restrição, o Índice de Masculinidade–Feminilidade, o Índice de Aversão à Incerteza e o Índice de Orientação de Longo Prazo apresentam diferentes padrões de associação com o Comércio entre as especificações, em comparação com os resultados encontrados na literatura empírica anterior.

Considerando a camada de Tecnologia da Complexidade Econômica, os resultados indicam uma associação negativa entre o Índice de Distância do Poder e a complexidade tecnológica em algumas especificações, tanto na regressão convencional quanto nas abordagens de machine learning. Esses resultados apresentam diferenças em relação aos encontrados por Lima e Crepaldi (2024), que identificaram associações entre maior individualismo e indulgência e maiores níveis de complexidade econômica, além de uma associação entre maior Orientação de Longo Prazo e a diversificação das exportações. Nos resultados deste estudo, o Índice de Distância do Poder apresenta coeficiente negativo e estatisticamente significativo em algumas especificações. A Indulgência–Restrição, por sua vez, apresenta diferentes sinais e níveis de significância entre as especificações de regressão convencional e LASSO, indicando que sua associação com a complexidade tecnológica depende da estrutura de modelagem considerada.

Para a camada de Pesquisa, os resultados obtidos nas diferentes especificações indicam associações entre a complexidade da pesquisa e algumas dimensões culturais, especialmente o Individualismo e a Indulgência–Restrição, embora os sinais e os níveis de significância possam variar conforme o modelo empregado. As evidências apresentadas por Lima e Crepaldi (2024), obtidas por meio da análise de correlação canônica, também identificaram associações entre dimensões culturais e a complexidade econômica, mas apresentaram resultados distintos para algumas dimensões, como Individualismo e Orientação de Longo Prazo. Outro aspecto observado neste estudo é a presença de variáveis de ruído em algumas especificações, indicando a existência de componentes não explicados pelas dimensões culturais incluídas nos modelos.

Diante desses resultados, este artigo fornece evidências empíricas adicionais para o estudo das relações entre cultura nacional e complexidade econômica, contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas que investiguem de forma mais aprofundada os mecanismos associados a essas relações. Estudos futuros poderão incorporar abordagens voltadas à identificação causal e ampliar o conjunto de variáveis consideradas, de modo a avaliar se as associações observadas permanecem quando outros fatores econômicos, institucionais e sociais são incorporados aos modelos.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura teórica e empírica apresenta uma lacuna significativa no estudo da relação entre cultura e complexidade econômica. Este trabalho apresenta evidências adicionais em relação à literatura empírica existente, embora os resultados revelem certa ambiguidade para algumas variáveis e a presença de componentes não explicados pelas dimensões culturais consideradas na análise. Dessa forma, o estudo contribui para ampliar a compreensão das associações entre cultura nacional e complexidade econômica.

Este estudo teve como objetivo analisar a relação entre a complexidade econômica e a cultura nacional, utilizando dados de diversos países. Os valores de complexidade foram obtidos por meio de três tipos diferentes de índices, baseados em comércio, tecnologia e pesquisa. Para capturar aspectos da cultura nacional, o estudo empregou seis dimensões culturais: Distância do Poder, Individualismo, Masculinidade-Feminilidade, Aversão à Incerteza, Orientação de Longo Prazo e Indulgência-Restrição. Isso gerou uma matriz 3 × 6 de relações entre as medidas de complexidade e as variáveis culturais.

Entre as variáveis culturais, o Individualismo e a Orientação de Longo Prazo apresentaram associações recorrentes com o índice de complexidade do Comércio. Para os outros índices de complexidade, baseados em Tecnologia e Pesquisa, destacaram-se principalmente o Individualismo, a Distância do Poder e a Indulgência-Restrição, embora os resultados tenham variado de acordo com a especificação do modelo e a técnica de estimação empregada.

Utilizando regressões convencionais, lineares e ponderadas, foram identificadas associações estatisticamente significativas entre algumas dimensões culturais e as três camadas da complexidade econômica. Para o Comércio, a estrutura linear indicou significância para o Individualismo e a Orientação de Longo Prazo, enquanto, nas especificações ponderadas, a significância das variáveis variou conforme a variável utilizada como ponderação. No caso da complexidade tecnológica, algumas especificações apresentaram associações significativas com o Individualismo, a Distância do Poder e a Orientação de Longo Prazo. Para a complexidade da Pesquisa, foram observadas associações significativas envolvendo, entre outras dimensões, o Individualismo, a Indulgência-Restrição, a Masculinidade-Feminilidade e a Aversão à Incerteza, dependendo da especificação considerada. Esses resultados indicam que a relação entre cultura e complexidade econômica não se apresenta de forma uniforme entre as diferentes dimensões da complexidade.

Em uma segunda etapa, foram aplicados procedimentos de machine learning supervisionado utilizando as técnicas de regressão LASSO, Adaptive LASSO, Ridge e Elastic Net. Essas abordagens permitiram incorporar mecanismos de regularização e seleção de variáveis, possibilitando analisar a estabilidade e a importância relativa das variáveis nas diferentes especificações. Os resultados do LASSO e do Adaptive LASSO destacaram principalmente o Individualismo, enquanto outras dimensões, como Aversão à Incerteza, Orientação de Longo Prazo e Indulgência-Restrição, foram selecionadas em determinadas especificações. Na regressão Ridge, o Modelo 3, correspondente à Pesquisa, apresentou R^2 de 65,6% e a maior importância relativa para o Individualismo, seguido pela Indulgência-Restrição, Orientação de Longo Prazo e Distância do Poder. No Elastic Net, os valores de α inferiores a 0,25 indicaram maior proximidade com a penalização da Ridge nas três especificações. O Modelo 3 apresentou R^2 de 65,3%, enquanto os três modelos não apresentaram estatística F significativa.

De forma geral, os resultados indicaram que **Individualismo, Distância do Poder, Orientação de Longo Prazo e Indulgência-Restrição** estão entre as dimensões culturais que aparecem com maior frequência nas diferentes especificações analisadas. Entretanto, a magnitude, o sinal e a significância dessas associações variam conforme a camada da complexidade econômica e a técnica de estimação empregada. Essa variação reforça a importância de considerar diferentes

especificações metodológicas na análise da relação entre cultura nacional e complexidade econômica.

Dada a escassez de estudos empíricos que relacionem diretamente as dimensões culturais à complexidade econômica em suas diferentes camadas, o presente trabalho contribui para a literatura ao ampliar a análise por meio de modelos lineares e ponderados e da utilização de técnicas de regularização e machine learning. Os resultados devem, contudo, ser interpretados como **associações estatísticas**, não permitindo estabelecer relações causais entre as dimensões culturais e a complexidade econômica. Como agenda de pesquisa futura, sugere-se a utilização de dados mais desagregados, amostras mais amplas e abordagens que permitam investigar mecanismos causais, além da incorporação de variáveis econômicas, institucionais e sociais adicionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

Esta tese teve como objetivo analisar e quantificar a relação entre as dimensões da Cultura Nacional, conforme propostas por Hofstede, e o desenvolvimento econômico dos países sob a ótica da Complexidade Econômica. Para tanto, a pesquisa foi organizada em três artigos interdependentes, cada qual contribuindo de forma específica para responder à questão central: **"De que forma as dimensões culturais nacionais de Hofstede se relacionam com o Índice de Complexidade Econômica (ECI) e, consequentemente, o desenvolvimento econômico dos países?"**

A investigação teve como ponto de partida o trabalho *Human Development by Gender and National Culture: A Comparative Analysis*, publicado no *The Journal of Development Studies*, que analisou a relação entre Cultura Nacional e Desenvolvimento Humano (IDH) sob uma perspectiva de gênero. Por meio de regressões múltiplas e correlação canônica aplicadas a 59 países, foram identificadas associações entre dimensões culturais, como Individualismo (IDV) e Distância do Poder (PDI), e diferentes indicadores de saúde, educação e renda de homens e mulheres (Falguera et al., 2021). Esses resultados suscitaram a possibilidade de investigar se as dimensões culturais também estariam associadas a outras dimensões do desenvolvimento econômico, particularmente à capacidade produtiva e inovativa das nações, medida pela Complexidade Econômica.

A partir dessa motivação, o **Artigo 1** buscou compreender como a literatura vinha abordando a relação entre Cultura Nacional e Desenvolvimento Econômico. A Revisão Sistemática da Literatura, conduzida pelo método ProKnow-C, identificou as dimensões culturais de Hofstede como um dos modelos mais utilizados na investigação de fenômenos econômicos relacionados à cultura. Contudo, revelou uma lacuna relevante: embora fossem frequentes estudos relacionando cultura a crescimento econômico, inovação e indicadores de desenvolvimento, eram escassos os estudos que examinavam diretamente a relação entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica. A revisão também identificou oportunidades de pesquisa relacionadas à ampliação das bases de dados, à utilização de diferentes abordagens estatísticas, à consideração da heterogeneidade cultural e à identificação das

dimensões culturais mais associadas ao desenvolvimento econômico. Essas lacunas forneceram a base teórica e metodológica para os estudos empíricos subsequentes.

Com base nesse referencial, o **Artigo 2**, publicado na revista *Nova Economia*, investigou diretamente as associações entre as seis dimensões culturais de Hofstede e os três subíndices da Complexidade Econômica — *trade*, *tech* e *research* — considerando também a estratificação dos países por níveis de renda. Os resultados mostraram que a Distância do Poder (PDI) apresentou correlações negativas com a complexidade baseada em patentes e pesquisas científicas, enquanto o Individualismo (IDV) apresentou correlações positivas com diferentes medidas de complexidade econômica. A Orientação de Longo Prazo (LTO) apresentou correlação positiva com a complexidade baseada em exportações, enquanto a Indulgência-Restrição (IVR) apresentou associações positivas com diferentes medidas de complexidade, especialmente aquelas relacionadas às pesquisas e, conforme a especificação considerada, às exportações. Em contrapartida, Masculinidade-Feminilidade (MAS) e Aversão à Incerteza (UAI) não apresentaram associações estatisticamente significativas de forma consistente. A análise de correlação canônica permitiu analisar conjuntamente os dois conjuntos de variáveis e reforçou a existência de relações entre algumas dimensões culturais e os índices de complexidade, embora a magnitude e a relevância prática dessas relações variassem entre as funções canônicas e os grupos de renda.

O **Artigo 3** avançou a análise por meio da utilização de regressões lineares, regressões lineares ponderadas e técnicas de regularização e *machine learning*, incluindo LASSO, Adaptive LASSO, Ridge e Elastic Net. O objetivo foi investigar a estabilidade das associações identificadas anteriormente e analisar a contribuição das diferentes dimensões culturais nas três camadas da Complexidade Econômica. Os resultados mostraram que algumas dimensões culturais aparecem de forma recorrente nas diferentes especificações, especialmente Individualismo (IDV), Distância do Poder (PDI), Orientação de Longo Prazo (LTO) e Indulgência-Restrição (IVR). Entretanto, a magnitude, o sinal e a significância dos coeficientes variaram de acordo com a camada da complexidade e com a técnica de estimação empregada. Nas regressões LASSO e Adaptive LASSO, o Individualismo apareceu de forma recorrente entre as variáveis selecionadas. Na regressão Ridge, o Modelo 3, correspondente à Pesquisa, apresentou R^2 de 65,6%, com maior importância relativa

atribuída ao Individualismo, seguido pela Indulgência-Restrição, Orientação de Longo Prazo e Distância do Poder. No Elastic Net, os valores de α inferiores a 0,25 indicaram maior proximidade com a penalização da Ridge nas três especificações, enquanto o Modelo 3 apresentou R^2 de 65,3%. Esses resultados evidenciam que as relações observadas dependem da especificação metodológica e da dimensão da complexidade econômica considerada.

Em conjunto, os resultados dos três artigos e do trabalho que deu origem à pesquisa permitem responder à questão central desta tese. As evidências obtidas indicam que as dimensões da Cultura Nacional estão associadas às diferenças observadas na Complexidade Econômica entre os países. De modo recorrente, o Individualismo apresenta associação positiva com diferentes medidas de complexidade, enquanto a Distância do Poder apresenta associações negativas em determinadas dimensões, especialmente nas análises relacionadas à tecnologia e à pesquisa. Adicionalmente, a Orientação de Longo Prazo e a Indulgência-Restrição apresentam associações com dimensões específicas da complexidade econômica. Entretanto, essas relações não são uniformes entre as diferentes camadas da complexidade ou entre as técnicas de estimação utilizadas.

A convergência parcial dos resultados obtidos por meio da análise de correlação, correlação canônica, regressões lineares e ponderadas e técnicas de regularização fornece evidências adicionais sobre a relação entre Cultura Nacional e Complexidade Econômica. Ao mesmo tempo, as diferenças observadas entre as especificações mostram que a relação não pode ser reduzida a uma única dimensão cultural ou a um único mecanismo explicativo. Dessa forma, os resultados reforçam a necessidade de considerar a multidimensionalidade tanto da cultura quanto da própria Complexidade Econômica.

Esta tese contribui para a literatura ao aproximar os estudos de Cultura Nacional da literatura de Complexidade Econômica, uma relação ainda pouco explorada de forma sistemática. A pesquisa contribui, especificamente, ao integrar uma revisão sistemática da literatura, uma análise das relações entre as seis dimensões de Hofstede e diferentes medidas de complexidade econômica e, posteriormente, diferentes especificações de regressão e técnicas de regularização. Essa abordagem permite observar as relações sob diferentes perspectivas metodológicas e identificar padrões que podem orientar investigações posteriores.

Do ponto de vista aplicado, os resultados podem contribuir para a discussão sobre desenvolvimento econômico ao indicar que aspectos culturais podem estar associados às estruturas produtivas, tecnológicas e científicas dos países. Entretanto, essas evidências não permitem concluir que alterações em determinadas dimensões culturais produziriam, por si mesmas, mudanças na Complexidade Econômica. As implicações para políticas públicas devem, portanto, ser consideradas em conjunto com fatores institucionais, econômicos e sociais e não como relações causais.

Algumas limitações devem ser reconhecidas. Os dados utilizados possuem, em sua maior parte, natureza transversal, o que restringe a possibilidade de análises longitudinais e de identificação de relações causais. Além disso, a disponibilidade conjunta de dados das dimensões de Hofstede e dos índices de Complexidade Econômica restringe a amostra de países analisados, especialmente entre as economias de baixa renda. Também devem ser consideradas as limitações inerentes à utilização de indicadores culturais agregados em nível nacional e às diferentes coberturas dos bancos de dados empregados.

Como agenda de pesquisa futura, sugere-se a utilização de dados em painel e de bases de dados mais amplas e desagregadas, bem como a incorporação de outros modelos de cultura, como Schwartz e GLOBE. Também se mostra relevante investigar conjuntamente fatores culturais, institucionais e socioeconômicos e desenvolver estratégias metodológicas capazes de explorar mecanismos de transmissão e relações causais. Dessa forma, estudos futuros poderão aprofundar a compreensão de como diferentes características culturais se relacionam com a acumulação de capacidades produtivas, a inovação, a diversificação tecnológica e a Complexidade Econômica.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Michele H. F. et al. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo ProKnow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 5, n. 2, p. 47-62, 2011.

ALESINA, Alberto; GIULIANO, Paola. Culture and institutions. *Journal of Economic Literature*, v. 53, n. 4, p. 898-944, 2015.

AL-JUBARI, Ibrahim; MOSBAH, Atef; TALIB, Zulkifli; SULAIMAN, Anas; JAMAL, Yusof Ahmed. How does culture shape entrepreneurial behaviours? *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, v. 5, n. 2, p. 967-980, 2019.

ANDRIANI, Luca; BRUNO, Randolph Luca. Introduction to the special issue on institutions and culture in economic contexts. *Journal of Institutional Economics*, v. 18, n. 1, p. 1-14, 2022. DOI: 10.1017/S1744137421000710.

ARIF, Imran. Productive knowledge, economic sophistication, and labor share. *World Development*, v. 139, p. 105303, 2021.

ATHEY, Susan; IMBENS, Guido W. Machine learning methods that economists should know about. *Annual Review of Economics*, v. 11, p. 685-725, 2019. DOI: 10.1146/annurev-economics-080217-053433.

BAHAR, Dany; HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, César A. Neighbors and the evolution of the comparative advantage of nations: evidence of international knowledge diffusion? *Journal of International Economics*, v. 92, n. 1, p. 111-123, 2014.

BALASSA, Béla. Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage. *The Manchester School*, v. 33, n. 2, p. 99-123, 1965. DOI: 10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x.

BOND, Michael H. Finding universal dimensions of individual variation in multi-cultural studies of value. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 55, p. 1009-1015, 1988.

CANESTRINO, Rossana; CWIKLICKI, Marek; MAGLIOCCA, Pierpaolo; PAWELEK, Barbara. Understanding social entrepreneurship: a cultural perspective in business research. *Journal of Business Research*, v. 110, p. 132-143, 2020.

CASTELLANI, Marco. Does culture matter for the economic performance of countries? An overview of the literature. *Journal of Policy Modeling*, v. 41, n. 4, p. 700-717, 2019.

ÇELIKKOL, Mutlu; KITAPÇI, Hakan; DÖVEN, Gözde. Culture’s impact on entrepreneurship and interaction effect of economic development level: an 81

country study. *Journal of Business Economics and Management*, v. 20, n. 4, p. 777-797, 2019.

CHAGAS, Ruan R. F. F.; MODESTI, Paulo H.; BORSATO, Milton. Bibliometric and systemic analysis of production planning optimization. In: POKOJSKI, J. et al. (ed.). *Transdisciplinary Engineering for Complex Socio-technical Systems – Real-life Applications: Proceedings of the 27th ISTE International Conference on Transdisciplinary Engineering*. [S. l.]: IOS Press, 2020. p. 661-668. DOI: https://doi.org/10.3233/ATDE200128

CREPALDI, Antonio Fernando. *Abordagem de modelos baseados em agentes no estudo de séries temporais financeiras*. 2007. 106 p. Tese (Doutorado em Física) – Instituto de Física Teórica, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São Paulo, 2007.

CRISTELLI, Matthieu; GABRIELLI, Andrea; TACCHELLA, Andrea; CALDARELLI, Guido; PIETRONERO, Luciano. Measuring the intangibles: a metrics for the economic complexity of countries and products. *PLoS ONE*, v. 8, n. 8, e70726, 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0070726.

DAVIS, Lewis S.; WILLIAMSON, Claudia R. Culture and the regulation of entry. *Journal of Comparative Economics*, v. 44, n. 4, p. 1055-1083, 2016.

ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim; LACERDA, Rogério Tadeu de Oliveira; TASCA, Jorge Eduardo. ProKnow-C, knowledge development process – constructivist: processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Rio de Janeiro: INPI, 2010.

EREZ, Miriam; EARLEY, P. Christopher. *Culture, self-identity, and work*. New York: Oxford University Press, 1993.

FAGIOLO, Giorgio; REYES, Javier A.; SCHIAVO, Stefano. World-trade web: topological properties, dynamics, and evolution. *Physical Review E*, v. 79, n. 3, 036115, 2009. DOI: 10.1103/PhysRevE.79.036115.

FALGUERA, Fernanda Pereira Sartori; LIMA, Manuella Aparecida Felix; FERRARI, Vanessa Aparecida de Souza; BARRIGA, Gladys Dora Cardenas; MARIANO, Enzo Barberio. Human development by gender and national culture: a comparative analysis. *The Journal of Development Studies*, v. 57, n. 11, p. 1891-1910, 2021.

FAN, Zhaobin; LONG, Rui; ANWAR, Sajid; WANG, Jinrui. Does centrality within trade agreements network matter to economic complexity? The conditioning effects of network structure. *International Review of Economics & Finance*, v. 98, 103892, 2025. DOI: 10.1016/j.iref.2025.103892.

FELIPE, Jesus et al. Product complexity and economic development. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 23, n. 1, p. 36-68, 2012.

FERNÁNDEZ-SERRANO, José; LIÑÁN, Francisco. Culture and entrepreneurship: the case of Latin America. *Innovar*, v. 24, n. SPE, p. 169-180, 2014.

FRANKE, Richard H.; HOFSTEDE, Geert; BOND, Michael H. Cultural roots of economic performance: a research note. Strategic Management Journal, v. 12, n. S1, p. 165-173, 1991. DOI: 10.1002/smj.4250120912.

FUENTELSAZ, Lucio; GONZÁLEZ, Consuelo; MAICAS, Juan P. Formal institutions and opportunity entrepreneurship: the contingent role of informal institutions. *BRQ Business Research Quarterly*, v. 22, n. 1, p. 5-24, 2019.

GAMLATH, Sharmila. Human development and national culture: a multivariate exploration. *Social Indicators Research*, v. 133, n. 3, p. 907-930, 2017.

GAO, Jian; ZHOU, Tao. Quantifying China's regional economic complexity. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 492, p. 1591-1603, 2018.

GLOBE. *Global Leadership & Organizational Behavior Effectiveness*. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://globeproject.com. Acesso em: 9 maio 2022.

GRAAFLAND, Johan; DE JONG, Eelke. The moderating role of culture on the benefits of economic freedom: cross-country analysis. *Journal of Comparative Economics*, v. 50, n. 1, p. 280-292, 2021.

GREIF, Avner. Cultural beliefs and the organization of society: a historical and theoretical reflection on collectivist and individualist societies. *Journal of Political Economy*, v. 102, n. 5, p. 912-950, 1994. DOI: 10.1086/261959.

HAIR, Joseph F. et al. *Análise multivariada de dados*. [S. l.]: Bookman, 2009.

HALL, Edward Twitchell; HALL, Mildred Reed. *Understanding cultural differences: keys to success in West Germany, France, and the United States*. Yarmouth: Intercultural Press, 1990.

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

HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert; FRIEDMAN, Jerome. *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction*. 2. ed. New York: Springer, 2009.

HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, César A. The network structure of economic output. *Journal of Economic Growth*, v. 16, n. 4, p. 309-342, 2011. DOI: 10.1007/s10887-011-9071-4.

HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, César A.; BUSTOS, Sebastián; COSCIA, Michele; SIMOES, Alexander. *The atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity*. Cambridge: MIT Press, 2014.

HAUSMANN, Ricardo; KLINGER, Bailey. The structure of the product space and the evolution of comparative advantage. Cambridge: Harvard University, Center for International Development, 2007. (CID Working Paper, n. 146).

HAYTON, James C.; GEORGE, Gerard; ZAHRA, Shaker A. National culture and entrepreneurship: a review of behavioral research. *Entrepreneurship Theory and Practice*, v. 26, n. 4, p. 33-52, 2002. DOI: 10.1177/104225870202600403.

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

HIDALGO, César A. et al. The product space conditions the development of nations. *Science*, v. 317, n. 5837, p. 482-487, 2007.

HIDALGO, César A.; HAUSMANN, Ricardo. The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, n. 26, p. 10570-10575, 2009.

HOFSTEDE, Geert. Empirical models of cultural differences. In: BLEICHRODT, Nico; DRENTH, Pieter J. D. (ed.). *Contemporary issues in cross-cultural psychology*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger, 1991. p. 4-20.

HOFSTEDE, Geert. *Culture's consequences: comparing values, behaviors, institutions and organizations across nations*. 2. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2001.

HOFSTEDE, Geert; HOFSTEDE, Gert Jan; MINKOV, Michael. *Cultures and organizations: software of the mind*. 3. ed. rev. e ampl. New York: McGraw Hill, 2010.

HOLLAND, John H.; MILLER, John H. Artificial adaptive agents in economic theory. *The American Economic Review*, v. 81, n. 2, p. 365-370, 1991.

HOLÝ, Vladimír; EVAN, Tomáš. The role of a nation's culture in the country's governance: stochastic frontier analysis. *Central European Journal of Operations Research*, v. 30, n. 2, p. 507-520, 2021.

INGLEHART, Ronald. *Modernization and postmodernization: cultural, economic, and political change in 43 societies*. Princeton: Princeton University Press, 1997.

IVANOVA, Inga; STRAND, Øivind; KUSHNIR, Duncan; LEYDESDORFF, Loet. Economic and technological complexity: a model study of indicators of knowledge-based innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 120, p. 77-89, 2017. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.04.007.

KEDMENEC, Irena; STRAŠEK, Sebastjan. Are some cultures more favourable for social entrepreneurship than others? *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, v. 30, n. 1, p. 1461-1476, 2017.

KEJRIWAL, Mayank; LUO, Yuesheng. On the empirical association between trade network complexity and global gross domestic product. In: *International Conference on Complex Networks and Their Applications*. Cham: Springer, 2022. p. 456-466.

KELLER, Wolfgang. International technology diffusion. *Journal of Economic Literature*, v. 42, n. 3, p. 752-782, 2004. DOI: 10.1257/0022051042177685.

KIRKMAN, Bradley L.; LOWE, Kevin B.; GIBSON, Cristina B. A quarter century of Culture's Consequences: a review of empirical research incorporating Hofstede's cultural values framework. *Journal of International Business Studies*, v. 37, p. 285-320, 2006.

KLAVANS, Richard; BOYACK, Kevin W. Research portfolio analysis and topic prominence. *Journal of Informetrics*, v. 11, n. 4, p. 1158-1174, 2017. DOI: 10.1016/j.joi.2017.10.002.

KLEINBERG, Jon; LUDWIG, Jens; MULLAINATHAN, Sendhil; OBERMEYER, Ziad. Prediction policy problems. *American Economic Review*, v. 105, n. 5, p. 491-495, 2015. DOI: 10.1257/aer.p20151023.

KLUCKHOHN, Florence Rockwood; STRODTBECK, Fred L. *Variations in value orientations*. Evanston: Row, Peterson, 1961.

KOSTIS, Pantelis C. Culture, innovation, and economic development. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, v. 10, n. 1, p. 1-16, 2021.

LACERDA, Rogério Tadeu de Oliveira; ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. *Gestão & Produção*, v. 19, p. 59-78, 2012.

LA PORTA, Rafael; LOPEZ-DE-SILANES, Florencio; SHLEIFER, Andrei; VISHNY, Robert W. The quality of government. *Journal of Law, Economics, and Organization*, v. 15, n. 1, p. 222-279, 1999. DOI: 10.1093/jleo/15.1.222.

LANTZ, Brett. *Machine learning with R: expert techniques for predictive modeling to solve all your data analysis problems*. 2. ed. Birmingham: Packt Publishing, 2015.

LAVERDE-ROJAS, Henry; CORREA, Juan C. Can scientific productivity impact the economic complexity of countries? *Scientometrics*, v. 120, p. 267-282, 2019. DOI: 10.1007/s11192-019-03118-8.

LEE, Kang-Kook; VU, Trung V. Economic complexity, human capital and income inequality: a cross-country analysis. *The Japanese Economic Review*, v. 71, p. 695-718, 2020.

LIEVENBRÜCK, Martin; SCHMID, Thomas. Why do firms (not) hedge? – Novel evidence on cultural influence. *Journal of Corporate Finance*, v. 25, p. 92-106, 2014.

LIMA, Manuella Aparecida Felix de; CREPALDI, Antonio Fernando. Cultura Nacional e Desenvolvimento Econômico (Complexidade Econômica): uma análise bibliométrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 42., 2022, Foz do Iguaçu. *Anais eletrônicos* [...]. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2022. DOI: 10.14488/ENEGEP2022_TN_ST_391_1940_43500.

LIMA, Manuella Aparecida Felix de; CREPALDI, Antonio Fernando. Complexidade econômica e cultura nacional: uma análise sob a perspectiva da renda. *Nova Economia*, v. 34, n. 2, p. 1-28, 2024. DOI: 10.1590/0103-6351/8227.

LIÑÁN, Francisco et al. Necessity and opportunity entrepreneurship: the mediating effect of culture. *Revista de Economía Mundial*, n. 33, p. 21-47, 2013.

LIÑÁN, Francisco; FERNÁNDEZ-SERRANO, José. National culture, entrepreneurship and economic development: different patterns across the European Union. *Small Business Economics*, v. 42, n. 4, p. 685-701, 2014.

MACIEL, Joylan Nunes; LEDESMA, Jorge Javier Giménez; JUNIOR, Oswaldo Hideo Ando. Forecasting solar power output generation: a systematic review with the ProKnow-C. *IEEE Latin America Transactions*, v. 19, n. 4, p. 612-624, 2021.

MAURYA, Garima; SAHU, Sohini. Cross-country variations in economic complexity: the role of individualism. Economic Modelling, v. 115, p. 105961, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.105961

MEWES, Lars; BROEKEL, Tom. Technological complexity and economic growth of regions. *Research Policy*, v. 51, n. 8, 104156, 2022. DOI: 10.1016/j.respol.2020.104156.

MINKOV, Michael; HOFSTEDE, Geert. The evolution of Hofstede's doctrine. *Cross Cultural Management: An International Journal*, v. 18, n. 1, p. 10-20, 2011.

MULLAINATHAN, Sendhil; SPIESS, Jann. Machine learning: an applied econometric approach. *Journal of Economic Perspectives*, v. 31, n. 2, p. 87-106, 2017. DOI: 10.1257/jep.31.2.87.

NEPELSKI, Daniel; DE PRATO, Giuditta. Technological complexity and economic development. Review of Development Economics, v. 24, n. 2, p. 448-470, 2020. DOI: 10.1111/rode.12650.

NORTH, Douglass C. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PEARL, Judea. *Causality: models, reasoning, and inference*. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

PITELI, Eleni EN; BUCKLEY, Peter J.; KAFOUROS, Mario. Do remittances to emerging countries improve their economic development? Understanding the contingent role of culture. *Journal of International Management*, v. 25, n. 4, p. 100675, 2019.

RASCHKA, Sebastian; MIRJALILI, Vahid. *Python machine learning: machine learning and deep learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2*. 3. ed. Birmingham: Packt Publishing, 2019.

RINGOV, Dimo; ZOLLO, Maurizio. The impact of national culture on corporate social performance. *Corporate Governance: The International Journal of Business in Society*, v. 7, n. 4, p. 476-485, 2007.

RINNE, Tiffany; STEEL, G. Daniel; FAIRWEATHER, John. Hofstede and Shane revisited: the role of power distance and individualism in national-level innovation success. *Cross-Cultural Research*, v. 46, n. 2, p. 91-108, 2012.

ROMERO, João P.; GRAMKOW, Camila. Economic complexity and greenhouse gas emissions. *World Development*, v. 139, p. 105317, 2021.

SCHWARTZ, Shalom. A theory of cultural value orientations: explication and applications. *Comparative Sociology*, v. 5, n. 2-3, p. 137-182, 2006.

SCHWARTZ, Shalom H. Beyond individualism-collectivism: new cultural dimensions of values. In: KIM, Uichol; TRIANDIS, Harry C.; KAGITCIBASI, Cigdem; CHOI, Sang-Chin; YOON, Gene (ed.). *Individualism and collectivism: theory, method and applications*. Thousand Oaks: Sage, 1994. p. 85-119.

SHANE, Scott. Cultural influences on national rates of innovation. *Journal of Business Venturing*, v. 8, n. 1, p. 59-73, 1993. DOI: 10.1016/0883-9026(93)90011-S.

STEENKAMP, Jan-Benedict E. M. The role of national culture in international marketing research. *International Marketing Review*, v. 18, n. 1, p. 30-44, 2001. DOI: 10.1108/02651330110381970.

STOJKOSKI, Viktor; KOCH, Philipp; HIDALGO, César A. Multidimensional economic complexity and inclusive green growth. *Communications Earth & Environment*, v. 4, n. 1, p. 130, 2023a.

STOJKOSKI, Viktor; KOCH, Philipp; HIDALGO, César A. Multidimensional economic complexity and inclusive green growth. OEC, 2023b. Disponível em: https://oec.world/en/blog/post/multidimensional-economic-complexity-and-inclusive-green-growth. Acesso em: 17 jul. 2023.

SØNDERGAARD, Mikael. Research note: Hofstede's consequences: a study of reviews, citations and replications. *Organization Studies*, v. 15, n. 3, p. 447-456, 1994. DOI: 10.1177/017084069401500307.

TACCHELLA, Andrea; CRISTELLI, Matthieu; CALDARELLI, Guido; GABRIELLI, Andrea; PIETRONERO, Luciano. A new metrics for countries' fitness and products' complexity. *Scientific Reports*, v. 2, 723, 2012. DOI: 10.1038/srep00723.

TARAS, Vas; ROWNEY, Julie; STEEL, Piers. Half a century of measuring culture: review of approaches, challenges, and limitations based on the analysis of 121 instruments for quantifying culture. Journal of International Management, v. 15, n. 4, p. 357-373, 2009. DOI: 10.1016/j.intman.2008.08.005.

TASCA, Jorge Eduardo; ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim; ALVES, Maria Bernardete Martins. An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. *Journal of European Industrial Training*, v. 34, n. 7, p. 631-655, 2010. DOI: 10.1108/03090591011070761.

TROMPENAARS, Fons; HAMPDEN-TURNER, Charles. *Riding the waves of culture: understanding diversity in global business*. London: Nicholas Brealey International, 2011.

VARIAN, Hal R. Big data: new tricks for econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, v. 28, n. 2, p. 3-28, 2014. DOI: 10.1257/jep.28.2.3.

VU, Trung V. Economic complexity and health outcomes: a global perspective. *Social Science & Medicine*, v. 265, p. 113480, 2020.

VU, Trung V. Does institutional quality foster economic complexity? The fundamental drivers of productive capabilities. *Empirical Economics*, v. 63, n. 3, p. 1571-1604, 2022. DOI: 10.1007/s00181-021-02175-4.

WALDMAN, David A. et al. Cultural and leadership predictors of corporate social responsibility values of top management: a GLOBE study of 15 countries. *Journal of International Business Studies*, v. 37, p. 823-837, 2006.

YAN, Jing; LI, Ning; YU, Feng. An empirical study of trade effect on culture. *Journal of Applied Economics*, v. 27, n. 1, 2334551, 2024. DOI: 10.1080/15140326.2024.2334551.

ZACCARIA, Andrea; CRISTELLI, Matthieu; TACCHELLA, Andrea; PIETRONERO, Luciano. How the taxonomy of products drives the economic development of countries. *PLoS ONE*, v. 9, n. 12, e113770, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0113770.

ZAK, Paul J.; KNACK, Stephen. Trust and growth. *The Economic Journal*, v. 111, n. 470, p. 295-321, 2001. DOI: 10.1111/1468-0297.00609.

ZHU, Shujin; LI, Renyu. Economic complexity, human capital and economic growth: empirical research based on cross-country panel data. *Applied Economics*, v. 49, n. 38, p. 3815-3828, 2017.

ZOU, Hui. The adaptive Lasso and its oracle properties. *Journal of the American Statistical Association*, v. 101, n. 476, p. 1418-1429, 2006.