

Construindo a Escada: Estratégias de Diversificação Baseadas em Indicadores de Densidade e Complexidade Relativas

Ciro Lopes

Mestrando em Economia

CEDEPLAR - UFMG

João P. Romero

Professor Adjunto

CEDEPLAR – UFMG

Elton Freitas

Gerente de Produtos de Inteligência Competitiva

Federação das Indústrias do Estado do Ceará

Abstract: Our purpose is to assess paths of productive diversification and to propose an empirical diversification rule. The methodology used is based on the concepts of Economic Complexity and Product Space. It was observed that the characteristics of the productive structure determine type and direction of the diversification strategies adopted by countries. Principal Component Analysis (PCA) was used to design the diversification rule. It was found that the rule showed greater convergence to the related diversification strategies (towards products more related to the productive structure). Further investigation is still needed to assess strategies that increase the complexity of low-complexity economies.

Keywords: Structural change; Economic complexity; Productive diversification.

Areas for submission: Economics, Economic Development.

Construindo a Escada: Estratégia de Diversificação Baseada em Indicadores de Densidade e Complexidade Relativas

1. INTRODUÇÃO

Explicar o porquê de algumas nações serem mais ricas do que outras e o que caracteriza um processo de desenvolvimento bem-sucedido são questões recorrentes no debate econômico. A relevância desta discussão reside no fato de que a maioria das economias em desenvolvimento não conseguiram escapar do status da renda-média, apesar de terem experimentado, durante a primeira década do século XXI, um crescimento econômico vertiginoso (Jankowska *et al.*, 2012, p. 9).

Os estudos de mudança estrutural entendem que a maneira como são alocados setorialmente os recursos produtivos é determinante para o crescimento econômico (Kuznets, 1966). Segundo

McMillan e Rodrik (2014), os países asiáticos, durante o seu processo de desenvolvimento, possibilitaram a alavancagem do crescimento econômico por direcionarem o fluxo de mão-de obra para setores de alta produtividade, geralmente de caráter industrial e tecnológico. Além disso, como mostra Jankowska *et al.* (2012), os países que escaparam da armadilha da renda média na era do pós-guerra no século XX se engajaram em um processo de mudança estrutural no qual se afastaram de setores primários, movendo-se em direção a setores de manufatura.

Todavia, a mudança estrutural não é um processo automático, o que torna fundamental o direcionamento adequado de recursos entre setores (McMillan e Rodrik, 2014). Atualmente na literatura, discute-se a ideia de especialização inteligente (*smart specialization*), segundo a qual a política de escolha de setores mais promissores para o desenvolvimento econômico deve considerar as potencialidades produtivas da região, a fim de identificar oportunidades de ganho de competitividade em atividades de alto valor agregado (Balland *et al.*, 2019, p. 2). Dessa forma, ainda que setores de elevada produtividade gerem maiores retornos para o crescimento, os países diferem nas oportunidades de ganho de competitividade.

Segundo as metodologias da Complexidade Econômica (Hausmann e Hidalgo, 2009; Hausmann *et al.*, 2011) e do Espaço de Produtos (Hidalgo *et al.*, 2007), a estrutura produtiva do país revela o que ele é capaz de produzir competitivamente no mercado mundial. As medidas de complexidade construídas por Hidalgo e Hausmann (2009) são indicadores da quantidade de conhecimento embutido na estrutura produtiva do país. As medidas de proximidade entre produtos propostas por Hidalgo *et al.* (2007), por sua vez, indicam a facilidade de utilizar os conhecimentos existentes para a produção competitiva de cada um dos bens que a economia ainda não produz. A partir dessa abordagem, diversos trabalhos recentes utilizam tais medidas para avaliar setores promissores para o desenvolvimento econômico. É o caso de Hausmann *et al.* (2017) para o Panamá, Romero e Freitas (2018) para o Brasil e Romero e Silveira (2019) para os estados brasileiros.

O objetivo geral deste artigo é produzir uma versão aprimorada da regra empírica de seleção de setores promissores ao desenvolvimento econômico, a fim de viabilizar a proposição de estratégias que promovam o aumento da complexidade das economias. Nesse sentido, este trabalho contribui para a literatura ao utilizar o método da Análise dos Componentes Principais (ACP) para ponderar os critérios utilizados na regra empírica que avaliam os setores promissores. Este processo de ponderação até então era feito de forma *ad hoc* pelos autores.

Além disso, com o intuito de refinar os critérios de avaliação, tem-se como objetivo específico analisar os processos de mudança estrutural dos países entre 1980 e 2010, utilizando as metodologias da Complexidade Econômica e do Espaço de Produtos. Neste ponto, a contribuição feita pelo trabalho é a construção da Curva U de diversificação produtiva. Este conceito reforça que as possibilidades de desenvolvimento econômico dependem da quantidade e do tipo de conhecimento produtivo disponível na economia. Como resultado do estudo, os

melhores acertos da regra empírica respeitaram as limitações produtivas das economias, que, por sua vez, determinavam as trajetórias possíveis de diversificação produtiva.

Para além desta introdução, o artigo é composto por mais quatro seções. A segunda seção explicita o referencial teórico construído acerca da abordagem da mudança estrutural e das metodologias da Complexidade Econômica e do Espaço de Produtos. A terceira seção descreve os testes econométricos e apresenta os respectivos resultados. A quarta seção constrói uma análise descritiva das trajetórias de diversificação dos países e discute as implicações. A última seção resume os resultados encontrados e conclui a discussão proposta na pesquisa.

2. DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MUDANÇA ESTRUTURAL

Segundo Rodríguez (2009, p. 46), o desenvolvimento econômico consiste “em um conjunto de mudanças concomitantes e compatíveis na composição setorial e subsetorial dessas estruturas [de produção de bens e serviços e ocupação de força de trabalho], que dão curso à sua expansão e complexização contínua e ordenada”. Ademais, setores diferentes tem capacidades distintas em gerar retornos crescentes de escala, inovação e ganhos de produtividade (Kaldor, 1970; Thirlwall, 2005). Os setores modernos, como são denominados, são intensivos em tecnologia e apresentam maiores níveis de produtividade. O desenvolvimento econômico, portanto, pode ser compreendido como um processo de mudança estrutural em direção a setores mais modernos (Hirschman, 1958; Kaldor, 1966; Kuznets, 1966; Prebisch, 1962; Furtado, 1964).

Avaliando as trajetórias de desenvolvimento das nações, Jankowska *et al.* (2012) aponta que o baixo nível de produtividade é um dos principais elementos que explica o porquê de algumas nações terem falhado em construir uma trajetória de crescimento sustentado. Nesta linha, a teoria estruturalista cepalina contribui para a abordagem da mudança estrutural ao formalizar o conceito de sistema centro-periferia, no qual os dois polos se diferenciam historicamente pelo padrão de assimilação e difusão do progresso técnico em suas estruturas produtivas (Prebisch, 1962; Marcato, 2013, apud Rodríguez, 1995). O resultado é uma estrutura diversificada e setorialmente homogênea (em termos de produtividade) no centro e, na periferia, uma estrutura especializada e setorialmente heterogênea (Rodríguez, 2009, p. 81-82). A reprodução deste sistema confere à periferia o papel de produzir e exportar produtos primários e ao centro a função produzir e exportar bens industriais (Rodríguez, 2009, p. 82).

Analisando redes de produtos para dados de comércio de 2013, Gala *et al.* (2018) reforçam estas conclusões estruturalistas. Os autores mostram que países que concentram a produção em bens manufaturados complexos estão no centro da rede de comércio e admitem maiores níveis de renda per capita. Por outro lado, países exportadores de *commodities* pouco complexas possuem baixos níveis de renda per capita e estão na periferia da rede de comércio internacional.

2.1. Espaço de Produtos, Complexidade Econômica e mudança estrutural

Segundo Hausmann e Hidalgo (2009, p. 10570), a estrutura produtiva de uma economia é definida em termos da diversidade de capacidades produtivas disponíveis. Hidalgo *et al.* (2007) argumentam que os produtos se relacionam a partir da similaridade entre as capacidades produtivas requeridas em sua produção (Hausmann e Klinger, 2006; Hausmann e Hidalgo, 2009). Por consequência, como países diferem no conjunto de capacidades disponíveis, eles apresentam diferentes trajetórias possíveis de diversificação produtiva (Hausmann *et al.*, 2011). Logo, como o desenvolvimento econômico é relacionado à complexidade dos bens que cada país produz e exporta eficientemente (Hidalgo *et al.*, 2007), ele é também fortemente marcado por dependência de trajetória, dado que as possibilidades de modernização das exportações dependem da aptidão de cada país em acumular e em combinar novas capacidades com aquelas já existentes (Hausmann e Hidalgo, 2009).

Hidalgo *et al.* (2007) utilizam o índice de *vantagens comparativas reveladas* (VCR), formalizado por Balassa (1965), para medir quais bens os países exportam competitivamente ($VCR > 1$). A partir deste indicador, os autores constroem uma rede de produtos utilizando probabilidade de co-exportação entre categorias de produtos com VCR: o *Espaço de Produtos*. Essa probabilidade de co-exportação é chamada de *proximidade*. Quanto maior a similaridade de capacidades, mais próximos os produtos estão dentro do espaço de produtos, sendo que este nada mais é do que uma representação de estrutura produtiva, tomando como base a cesta de exportação de uma economia.

Segundo Hausmann *et al.* (2011), os países desenvolvidos têm sua estrutura produtiva caracterizada pela produção competitiva de produtos localizados principalmente no centro do espaço de produtos, onde se encontram os bens mais sofisticados, que compartilham mais características com outros produtos. Por outro lado, os países subdesenvolvidos e em desenvolvimento apresentam uma estrutura produtiva especializada na produção de bens localizados na periferia da rede, ocupada por bens que possuem poucas conexões com poucos outros produtos. Dessa forma, por possuírem capacidades menos sofisticadas e que são requeridas por menos produtos, os países subdesenvolvidos terão naturalmente mais dificuldades em modernizar sua estrutura produtiva.

A velocidade do processo de mudança estrutural e de diversificação produtiva depende da *densidade* do espaço de produtos na vizinhança do produto que o país produz e exporta competitivamente (Hausmann e Klinger, 2006). Isto é, depende do nível de similaridade, em termos de requerimento de capacidades, entre os potenciais produtos e a atual cesta de exportação do país, o que é contemplado pelo índice de *densidade* desenvolvido por Hidalgo *et al.* (2007). Intuitivamente, quanto maior a densidade do produto, mais próximo ele está da estrutura produtiva corrente, pois compartilha uma maior quantidade de capacidades com os produtos exportados pelo país.

Aprofundando essa perspectiva, Hausmann e Hidalgo (2009) e Hausmann *et al.* (2011) desenvolvem a metodologia da Complexidade Econômica, com base no que chamam de método de reflexões. Inicialmente, os autores produzem os indicadores de *diversificação* do país (quantidade de bens que um país exporta com VCR) e de *ubiquidade* dos produtos (quantidade de países que exportam aquele produto com VCR). Os autores mostram que as medidas de diversidade e ubiquidade são negativamente correlacionadas, o que indica que países mais diversificados produzem competitivamente bens menos ubíquos. Dentro do método das reflexões, os autores combinam esses dois indicadores e constroem as medidas de complexidade: o *índice de complexidade do produto (ICP)* e o *índice de complexidade econômica (ICE)*. A intuição é que produtos complexos (maior ICP) apresentam baixo grau de ubiquidade e são exportados por países mais diversificados, enquanto países complexos (maior ICE) têm maior grau de diversificação e exportam competitivamente bens menos ubíquos.

A partir de testes empíricos desenvolvidos por Hausmann e Hidalgo (2009) e Felipe *et al.* (2012), confirma-se que essas medidas se tornam evidências empíricas que são boas preditoras do crescimento econômico e da complexidade futura da cesta de exportação do país. Portanto, o objetivo dos países atrasados, dentro do processo de mudança estrutural, é sair da periferia do espaço de produtos e se encaminhar, por meio de um processo de diversificação e de aprendizado de novas capacidades, para o centro mais complexo e denso da rede de produtos, potencializando o crescimento econômico futuro.

2.2. Principle of relatedness e as trajetórias de diversificação produtiva

A lógica de capacidades está na base do *principle of relatedness*. Dito de outra forma, “duas atividades, sejam produtos, indústrias ou áreas de pesquisa, são relacionadas quando requerem conhecimento ou insumos similares” (Hidalgo *et al.*, 2018, p.2). Assim, um país tem maior probabilidade de iniciar a produção de um produto com *vantagem comparativa revelada*, quanto maior o número de produtos relacionados com aqueles que o país já exporta eficientemente (Hausmann e Hidalgo, 2009).

Baseando-se neste princípio, Pinheiro *et al.* (2018) analisaram as trajetórias de diversificação dos países se baseando no *conjunto de opções* das economias: o conjunto de produtos ainda não exportados com vantagem comparativa revelada pelos países (Pinheiro *et al.*, 2018, p. 9).

Partindo de um conjunto de 93 países, para o período de 1965-2015, os autores mostram que em quase 93% dos casos as nações entram na exportação de produtos mais similares em relação ao produto médio em sua cesta de exportação, confirmando o *principle of relatedness* entre produtos na trajetória de diversificação produtiva.

Todavia, de acordo com os autores, mesmo que em menor escala, há casos em que se desvia do *principle of relatedness* e os países entram na exportação de produtos não-relacionados ao seu

conjunto de opções. Dessa maneira, dentro do espaço de produtos, existem trajetórias de *diversificação não-relacionada* (em direção a produtos pouco relacionados ao conjunto de opções) e de *diversificação relacionada* (em direção a produtos mais relacionados ao conjunto de opções).

Pinheiro *et al.* (2018) contribuem para a literatura de modernização produtiva com a construção dos índices de *densidade relativa* e *índice de complexidade relativa do produto*, buscando tornar as medidas de similaridade entre produtos comparáveis entre países ao longo do tempo. Segundo os autores, “a densidade estima a distância entre um produto e todos os produtos relacionados e, portanto, tem o problema de não se enquadrar no mesmo intervalo de valores para todos os países” (Pinheiro *et al.*, 2018, p. 13).

O *índice de densidade relativa* relaciona as novas exportações do país com o seu conjunto de opções em um dado ano. Na equação abaixo, o termo $\langle \omega_{c,t} \rangle_0$ se refere à média da densidade do conjunto de opções e $\sigma_0(\omega_{c,t})$ é o desvio padrão de densidade deste conjunto de produtos. Casos de *diversificação relacionada* ocorrem quando a densidade relativa é positiva, isto é, quando o produto em questão é mais próximo da estrutura produtiva do que a média das opções. Caso contrário, temos situações de *diversificação não-relacionada*.

$$\tilde{\omega}_{p,c,t} = \frac{\omega_{p,c,t} - \langle \omega_{c,t} \rangle_0}{\sigma_0(\omega_{c,t})} \quad (1)$$

Já o *índice de complexidade relativa* analisa o nível de complexidade de determinado produto em relação à complexidade média do conjunto de opções. O termo $\langle ICP_{c,t} \rangle_0$ se refere à média da complexidade dos produtos no conjunto de opções e $\sigma_0(ICP_{c,t})$ é o desvio padrão de complexidade dos produtos neste mesmo conjunto.

$$ICP_{p,c,t} = \frac{ICP_{p,c,t} - \langle ICP_{c,t} \rangle_0}{\sigma_0(ICP_{c,t})} \quad (2)$$

A interpretação destes dois indicadores fica mais clara quando Pinheiro *et al.* (2018) formalizam o *vetor de diversificação*, que reflete a direção média da diversificação em determinada janela de tempo. Intuitivamente, este vetor bidimensional define a direção da diversificação em termos das variações de similaridade e de complexidade das novas exportações em relação ao conjunto de opções de uma economia. Basicamente, em relação à média das opções, o país pode se diversificar para produtos mais próximos ou mais distantes da sua estrutura produtiva e para produtos mais complexos ou menos complexos.

Aplicando esses indicadores aos dados de comércio internacional desagregados, os autores atestam que a direção do desenvolvimento e o tipo de diversificação produtiva dependem do nível de desenvolvimento dos países. Em estágios iniciais de desenvolvimento, os países possuem um conjunto limitado de capacidades produtivas e, por isso, se especializam em produtos menos complexos e mais similares. Em estágios mais avançados, os países já

apresentam um conjunto mais diversificado de capacidades produtivas, logo têm uma estrutura produtiva mais próxima de setores mais complexos (Pinheiro *et al.*, 2018, p. 25). Por fim, o estudo demonstra que os países engajam mais em trajetórias de diversificação não-relacionada em estágios intermediários de desenvolvimento, justamente quando estão próximos tanto de bens mais complexos, quanto de bens menos complexos.

Em resumo, de acordo com o estudo, nos estágios intermediários é que reside uma das principais questões da diversificação: dar saltos mais longos no espaço de produtos e admitir trajetórias de diversificação não-relacionada ou dar passos curtos no espaço de produtos, continuando a trajetória de desenvolvida desde os estágios iniciais de desenvolvimento? Ambas as trajetórias são possíveis. Segundo Pinheiro *et al.* (2018), a trajetória de diversificação não-relacionada está associada a níveis mais altos de complexidade econômica. Por outro lado, os custos de se desenvolver uma atividade, dentro do processo de diversificação relacionada, são menores, uma vez que a probabilidade de sucesso é muito maior (Alshamsi *et al.*, 2018).

2.3. Estratégias de diversificação produtiva

Reconhecendo as contribuições das abordagens do Espaço de Produtos e da Complexidade Econômica, trabalhos empíricos focaram no estudo comparado das trajetórias de sofisticação dos países e no estudo de estratégias de modernização produtiva. Estes últimos dialogam com a ideia de que existem setores que contribuem mais para a performance da atividade exportadora de uma economia (Kaldor, 1970; Thirlwall, 2005; Hausmann *et al.*, 2007) e de que, conseqüentemente, deve existir o esforço de identificação de setores promissores ao desenvolvimento econômico no processo de mudança estrutural.

Hausmann *et al.* (2017) realizam um estudo da economia do Panamá para avaliar estratégias de diversificação produtiva para o país. Os autores propõem um índice que contém diferentes componentes do mercado global e nacional para avaliar a potencialidade de um produto; ele se divide em três componentes: *strength in panama today*, *current market opportunities* e *complexity analysis*. A primeira dimensão avalia a performance da indústria panamenha, a segunda avalia as oportunidades de mercado para as indústrias e a terceira, ao promover uma avaliação da complexidade econômica, “*captures how complex these industries are, how strategic they are (in terms of access to other complex industries) and their distances – in terms of capabilities – to industries already in place*” (Hausmann *et al.*, 2017, p. 35).

Os autores aplicam o *diversification opportunity score*¹ às províncias de Chiriquí and Darién. No caso da primeira, que já possui uma base industrial capaz de tornar a diversificação um processo de baixo risco, o estudo mostra que são setores atrativos para a diversificação: processamento e preparação de produtos de peixe e produção de produtos para as atividades de manufatura e construção (haja vista que o Panamá já apresenta abundância de recursos naturais

para alavancar esse polo setorial). No caso da segunda, ao reconhecerem que ela é uma das regiões menos desenvolvidas no país e que possui um conjunto mais restrito de capacidades produtivas, os autores indicam que as oportunidades de diversificação para a província terão de ser menos relacionadas com as atividades atuais. Nesse tipo de diversificação não-relacionada, onde há um risco maior na diversificação, define-se como oportunidades de diversificação setores de processamento de alimentos, laticínios e sorvete.

Essa metodologia, aliada à análise de complexidade econômica, serviu de base para outros estudos. Romero e Freitas (2018) a adaptaram para identificar os setores mais promissores para o aumento de complexidade do Brasil. Também baseado em três dimensões – capacidades atuais, oportunidades de mercado e análise de ganhos – e considerando somente produtos com $VCR < 1$, os autores construíram uma regra de decisão. Por meio dela, concluíram que, dentre os 20 produtos com maior potencial de elevar a complexidade da economia brasileira, os três principais são: carros, peças para veículos e telefones. Os resultados do estudo também mostram que a elevação do ICE do Brasil (em caso de aquisição de VCR nos 20 produtos listados) levaria

¹Para saber mais sobre o indicador de *diversification opportunity score*, ver Hausmann *et al.* (2017, p. 34-35).
a um incremento de 0.53 pontos percentuais na taxa de crescimento do PIB *per capita* brasileiro.

Analogamente, outros estudos também foram feitos para identificar estratégias de diversificação e sofisticação produtiva, como aqueles conduzidos por Hartmann (2016) para a Turquia, Hausmann e Chauvin (2015) para Ruanda, Hartmann *et al.* (2019) para o Paraguai e, por fim, Queiroz *et al.* (2022) para os estados brasileiros utilizando dados de emprego. Todavia, um estudo empírico detalhado da relação entre as características da estrutura produtiva e as experiências-bem-sucedidas de modernização econômica, sejam estas baseadas em trajetórias de diversificação relacionada ou de diversificação não-relacionada, ainda é incipiente. Esta é a lacuna que o presente trabalho almeja preencher, no intuito de viabilizar a proposição de uma regra empírica que promova o aumento da complexidade das economias.

3. TESTES ECONÔMICOS

3.1. Base de dados

Para analisar empiricamente as trajetórias de diversificação dos países, este trabalho utilizou dados desagregados de comércio internacional que seguem a *Standard International Trade Classification (SITC)*, revisão 2, 4-dígitos. Os dados foram obtidos na base do *Atlas of Economic Complexity*, fornecida pelo *Center for International Development (CID)* da Universidade de Harvard, e compreendem o período de 1962-2017. Com o objetivo de manter a consistência dos dados durante um maior período no tempo, optou-se pela classificação SITC revisão 2 em detrimento da classificação HS92. Esta apresenta um maior nível de

detalhamento na classificação dos produtos (5000 bens e 10 categorias de setores), mas cobre o período 1995- 2018, enquanto a classificação escolhida cobre um período maior apesar de um menor detalhamento (700 bens e 10 categorias de setores). Além disso, no que tange aos modelos econométricos, séries de dados de PIB e PIB *per capita*, ambos a US\$ correntes, foram obtidos via *World Bank Open Data*.

Dado a diversidade de países e produtos e reconhecendo que nem todos os países reportam os dados de comércio de forma consistente com os critérios utilizados por padrões internacionais, a base de dados passou por um processo de limpeza conhecido como o método *Bustos-Yildirim*² no intuito de produzir informações consistentes. Uma vez obtida a base, aplicamos um novo

²Para mais informações sobre o método, consultar <https://atlas.cid.harvard.edu/about-data>.
 processo de limpeza dos dados com três critérios, semelhante àqueles utilizados por Hausmann *et al.* (2011). Primeiro, foram mantidos somente os países que possuíam dados disponíveis para 2010. Segundo, foram mantidos os países que exportaram pelo menos US\$ 1 bilhão em 2010. Terceiro, foram mantidos os produtos cuja exportação superou US\$ 10 milhões em 2010. Por fim, foram retiradas da base as observações de Iraque, Macau e Chade, países com diversas questões a respeito da qualidade dos dados. Com isso, a amostra final contou com 5.661.984 observações, 147 países e 766 produtos.

3.2. Especificação econométrica

Para analisar estratégias de diversificação, um dos objetivos do presente artigo é dividir os países em grupos de acordo com a característica da sua estrutura produtiva. Assim, buscou-se testar, para cada grupo de países, se a complexidade econômica explica as dinâmicas de crescimento econômico a partir da mesma especificação utilizada por Hausmann *et al.* (2011):

$$\ln \left(\frac{txpibpc}{lnpibpc} \right) = \beta_0 + \beta_1 \ln \left(\frac{ICE}{lncnat} \right) + \beta_2 \ln \left(\frac{ICE}{lncnat} \right) \ln \left(\frac{ICE}{lncnat} \right) + \beta_3 \ln \left(\frac{ICE}{lncnat} \right) \ln \left(\frac{ICE}{lncnat} \right) + \beta_4 \ln \left(\frac{ICE}{lncnat} \right) \ln \left(\frac{ICE}{lncnat} \right) + e \quad (3)$$

onde *txpibpc* é a taxa de crescimento anualizada do PIB per capita por intervalo de dez anos, *lnpibpc* é o PIB per capita inicial do intervalo (em log), *ICE* é o nível inicial de complexidade econômica, *lncnat* é o peso da exportação de recursos naturais³ como razão do PIB inicial do intervalo, *ICE_lnpibpc* é o termo de interação entre o ICE e o PIB per capita, e *e* é o termo de erro.

Por hipótese, o β_1 irá captar a ideia de convergência no processo de crescimento econômico, segunda a qual os países mais pobres, *ceteris paribus*, tendem a crescer a maiores taxas. Ao acrescentar a variável de peso das exportações de recursos naturais, queremos controlar o efeito

das riquezas produzidas por essas atividades, que não são explicadas pelo índice de complexidade econômica (Hausmann *et al.*, 2011, p. 30)

Contudo, em relação ao modelo proposto e testado por Hausmann *et al.* (2011), neste trabalho o termo de interação entre ICE e PIB per capita foi retirado ao testar o modelo por grupos de países, dado que nesse caso já está sendo controlada a variação dos diferentes níveis de renda (Hausmann *et al.*, 2011, p. 30). Por fim, também seguindo a contribuição dos autores,

³A definição de recursos naturais foi feita seguindo as diretrizes apresentadas no apêndice estatístico do *World Trade Report 2010*, da Organização Mundial do Comércio. acrescentamos uma variável *dummy* para cada década, a fim de controlar efeitos que afetam todos os países nesse intervalo.

3.3. Resultados

A Tabela 1 contém os resultados das regressões da equação (1), replicando os testes de Hausmann *et al.* (2011), considerando as décadas 1980-1990, 1990-2000, 2000-2010. Assim como Hausmann *et al.* (2011), optamos por uma regressão de dados empilhados com variáveis *dummies* para os intervalos de tempo, a fim de captar diferentes impactos da complexidade sobre o crescimento entre países.

Tabela 1 – Efeitos da complexidade sobre o crescimento (intervalos de dez anos, 1980-2010).

Variável	(1)	(2)
PIB <i>per capita</i> inicial, log	-0,0017 (0,0018)	-0,0076*** (0,0022)
Peso das exportações de recursos naturais	0,0427*** (0,0138)	0,0522*** (0,0136)
Índice de Complexidade Econômica, inicial	-	0,0420** (0,0173)
Índice de interação (ECI, inicial x PIB <i>per capita</i> inicial, log)	-	-0,0033* (0,0019)
Constante	0,0320** (0,0151)	0,0778*** (0,0179)
Observações	270	270
R ² ajustado	0,2935	0,3375
F	28,94	23,84
Prob > F	0,0000	0,0000

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Notas: o modelo possui a taxa de crescimento anualizada do PIB *per capita* variável explicada. Erro padrão entre parênteses. Significância dos coeficientes: *** (p < 0,01), ** (p < 0,05), * (p < 0,1).

Com base nos resultados, vemos que o acréscimo do ICE e do termo de interação aumenta a capacidade explicativa do modelo em aproximadamente 4,4 pontos percentuais. Esse ganho explicativo é inferior àquele encontrado por Hausmann *et al.* (2011), que foi de aproximadamente 14,9 pontos percentuais. Porém, apesar de o nosso modelo (2) explicar cerca de 10 pontos percentuais a menos da variabilidade nas taxas de crescimento em comparação com o modelo dos autores (0,434), ele permanece com capacidade explicativa satisfatória e a magnitude dos coeficientes é semelhante à encontrada pelos autores.

Os coeficientes de todas as variáveis explicativas são significantes. Dessa maneira, entende-se que, controlando pelo nível inicial de PIB *per capita* e pelo aumento das exportações de recursos naturais, um aumento no índice de complexidade econômica está associado com aumento nas taxas de crescimento futuras do PIB *per capita*. O aumento de um desvio-padrão no ICE eleva a taxa de crescimento do PIB *per capita* em aproximadamente 4,2%. O impacto da complexidade sobre o crescimento tende a ser menor para países mais ricos, conforme é indicado pelo valor negativo do coeficiente do termo de interação.

A Tabela 2 contém os resultados da regressão da equação (1) para os grupos de países (sem o termo de interação). Para ambos os modelos, utilizamos regressões de dados empilhados com o acréscimo de *dummies* para cada intervalo de dez anos. No caso dos países de baixa complexidade, o modelo possui boa capacidade explicativa, explicando 51,21% da variância da taxa de crescimento do PIB *per capita*, e apresentou o melhor acerto. Vemos que, com exceção do termo constante, os demais coeficientes são significativos a pelo menos 10%. A dinâmica de exportação de recursos naturais é relevante para explicar as diferenças entre as taxas de crescimento dos países de baixa complexidade, com aqueles que exportam mais, em proporção do PIB, crescendo a taxas maiores. Além disso, para os países este grupo, ganhos de complexidade na estrutura produtiva reforçam positivamente o crescimento econômico.

Tabela 2 – Dinâmica de crescimento por grupo de países (intervalos de dez anos, 1980-2010).

Variável	Baixa Complexidade	Complexidade Intermediária	Complexidade Elevada
PIB <i>per capita</i> inicial, log	-0,0058* (0,0031)	-0,0076** (0,0036)	-0,0159*** (0,0056)
Peso das exportações de recursos naturais	0,0435*** (0,0142)	0,0846 (0,0565)	0,2166* (0,1267)
Índice de Complexidade Econômica, inicial	0,0084* (0,0033)	0,0211* (0,0106)	-0,0013 (0,0115)
Constante	0,0380 (0,0233)	0,0829*** (0,0276)	0,2055*** (0,0410)
Observações	144	69	57
R ² ajustado	0,5121	0,2339	0,4207
Efeitos fixos de tempo	Sim	Sim	Sim
F	31,02	5,15	9,13
Prob > F	0,0000	0,0005	0,0000

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Notas: o modelo possui a taxa de crescimento anualizada do PIB *per capita* variável explicada. Erro padrão robusto entre parênteses. Significância dos coeficientes: *** (p < 0,01), ** (p < 0,05), * (p < 0,1).

Para os países de complexidade intermediária também se verifica que o ICE tem impacto positivo na taxa de crescimento. O aumento de um desvio-padrão no ICE tende a aumentar em 2,11% a taxa de crescimento anual do PIB *per capita*. Para este grupo, a dinâmica de exportações dos recursos naturais não é um fator determinante para explicar as diferentes dinâmicas de crescimento. Vale ressaltar que, neste intervalo intermediário de complexidade, o modelo apresentou a menor capacidade explicativa dentre os três grupos (R² ajustado de 0,2339). Por fim, para países de complexidade elevada, chama atenção o fato de que a complexidade econômica não apresenta significância para explicar a dinâmica de crescimento dentro do grupo. Por hipótese, como o ICE nesse grupo é nivelado pelo alto, outros fatores, que não sejam a complexidade da estrutura produtiva, explicam as diferentes trajetórias de crescimento entre esses países. Além disso, a hipótese de convergência, assim como foi observado para os outros

dois grupos, é confirmada.

4. AVALIANDO TRAJETÓRIAS E ESTRATÉGIAS DE DIVERSIFICAÇÃO

Para analisar trajetórias de diversificação, é necessário definir uma metodologia para identificar os produtos que um país começa a exportar competitivamente. No aspecto temporal, serão considerados períodos de dez anos, entre 1980 e 2010, o que produz quatro intervalos no tempo para os quais as estratégias se distinguem. Alguns trabalhos também fazem análises decenais, como Britto *et al.* (2019) e Hausmann *et al.* (2011), considerando que mudanças na estrutura produtiva de uma economia levam tempo para serem processadas e, conseqüentemente, analisadas por meio do comportamento de um conjunto de indicadores selecionados.

Entende-se que um país entra na exportação competitiva de um produto p entre t e t' se $VCR_{cp} < 1$ em t e $VCR_{cp} \geq 1$ em t' . Porém, como aponta Pinheiro *et al.* (2018), há a possibilidade de falsos positivos na análise, ou seja, padrões de exportação que não se repetem em períodos sucessivos no tempo. Então, assim como os autores, adotamos uma metodologia para corrigir a análise para falsos positivos, na qual o ponto t' é o ano de referência e o ponto t ($t = t' - 10$) é o ano de comparação. Definimos um critério retrospectivo, no qual o país c deve ter $VCR_{cp} < 1$ no ano anterior ao ano de comparação ($t - 1$), e um critério prospectivo, no qual o país c deve ter $VCR_{cp} \geq 1$ no ano posterior ao ano de referência ($t' + 1$). Assim, garantimos que ele realmente não era exportador competitivo do bem no ano de comparação e que ele se tornou de fato exportador competitivo após o ano de referência.

O objetivo é utilizar um conjunto de indicadores que ilustram a trajetória de diversificação dos países em dois níveis: (i) similaridade entre os novos produtos e a estrutura produtiva; e (ii) complexidade dos novos produtos em relação à complexidade do conjunto de opções de diversificação. Para isso, utilizaremos os indicadores de densidade relativa ($\pi_{c,t \rightarrow t'}$) e complexidade relativa ($\Omega_{c,t \rightarrow t'}$) desenvolvidos por Pinheiro *et al.* (2018). Sendo assim, temos quatro tipos de estratégia, duas de diversificação relacionada (i e iii), e duas de diversificação não-relacionada (ii e iv): (i) Continuidade ($\pi_{c,t \rightarrow t'} > 0$ e $\Omega_{c,t \rightarrow t'} > 0$); (ii) Arrojada ($\pi_{c,t \rightarrow t'} < 0$ e $\Omega_{c,t \rightarrow t'} > 0$); (iii) Conservadora ($\pi_{c,t \rightarrow t'} > 0$ e $\Omega_{c,t \rightarrow t'} < 0$); (iv) Arriscada ($\pi_{c,t \rightarrow t'} < 0$ e $\Omega_{c,t \rightarrow t'} < 0$).

4.1. Regra de diversificação

Partindo das contribuições de Hausmann *et al.* (2017) e na linha dos estudos propostos por Romero e Freitas (2018) e Queiroz *et al.* (2022), utilizaremos a metodologia do *escore* de oportunidades para avaliar produtos promissores para o desenvolvimento econômico. Três

dimensões compõem o cálculo deste índice (Tabela 1). A primeira se refere às capacidades atuais do país e é composta pelo(a): valor exportado; índice VCR; taxa de crescimento composta da exportação⁴. A segunda dimensão, que capta as oportunidades de mercado associadas a cada produto, é composta pelo(a): valor importado; índice DCR; taxa de crescimento composta das importações. A última dimensão mensura os potenciais ganhos ao se diversificar para um produto e é composta pelo(a): índice de complexidade do produto; (ii) índice de densidade do produto (IDP); índice de ganho de oportunidade (IGO).⁵

Tabela 3 - Dimensões e indicadores que compõem o *escore*.

Dimensões	Indicadores
Capacidades atuais	Valor exportado por produto
	Vantagem Comparativa Revelada (VCR)
	Taxa de crescimento composta das exportações (CAGR)
Oportunidades de mercado	Valor importado por produto
	Desvantagem Comparativa Revelada (DCR)
	Taxa de crescimento composta das importações (CAGR)
Análises de ganhos	Índice de Complexidade do Produto (ICP)
	Índice de Densidade do Produto (IDP)
	Índice de Ganho de Oportunidade (IGO)

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Porém, diferentemente dos autores, que distribuem igualmente os pesos das variáveis dentro de cada dimensão, este trabalho utilizará a ferramenta estatística da “Análise de Componentes Principais” (ACP) para definir os pesos de cada variável no cálculo do *escore*. A partir de um conjunto de n variáveis aleatórias originais, são construídas combinações lineares particulares,

⁴Cálculo da taxa de crescimento anual composta (CAGR), a fim de obter taxas anualizadas de crescimento dentro das décadas analisadas. A fórmula é dada por $CAGR = (X_n/X_0)^{1/n} - 1$, onde X_n é o valor exportado/importado no ano final do período, X_0 é o valor para o ano inicial e n é o número de anos dentro do período. ⁵Hausmann *et al.* (2011) definem o índice de ganho de oportunidade (IGO). O IGO mensura as oportunidades criadas por um produto não-explorado pelo país, no que diz respeito à possibilidade futura de diversificação em direção a um maior número de produtos e a produtos mais complexos.

com a intenção de gerar um conjunto de componentes principais que expliquem o máximo de informação possível dentro do conjunto inicial de variáveis e observações (Mingoti, 2007).

Uma alternativa para definir o número de componentes a ser utilizado é aquela proposta por Kayser (1960), na qual se escolhem os componentes com autovalor acima da unidade, pois, desta forma, os componentes escolhidos deverão conter variâncias maiores do que aquelas observadas pelas variáveis originais padronizadas. Neste trabalho, todavia, mantive as n componentes geradas que explicassem cumulativamente, no mínimo, 80% da variância dentro das dimensões. Este valor de 80% é considerado por Manly (2008) um valor de porcentagem alto para a soma das variâncias dos primeiros componentes a serem escolhidos em relação ao total de variância de todos os componentes. O método ACP será utilizado para calcular os pesos das variáveis por dimensão, levando em consideração somente os produtos para os quais os países não possuem vantagem comparativa revelada. Primeiro, dentro da base de dados, as variáveis são padronizadas; logo em seguida, realiza-se a análise dos componentes principais;

por fim, calcula-se o *escore*.

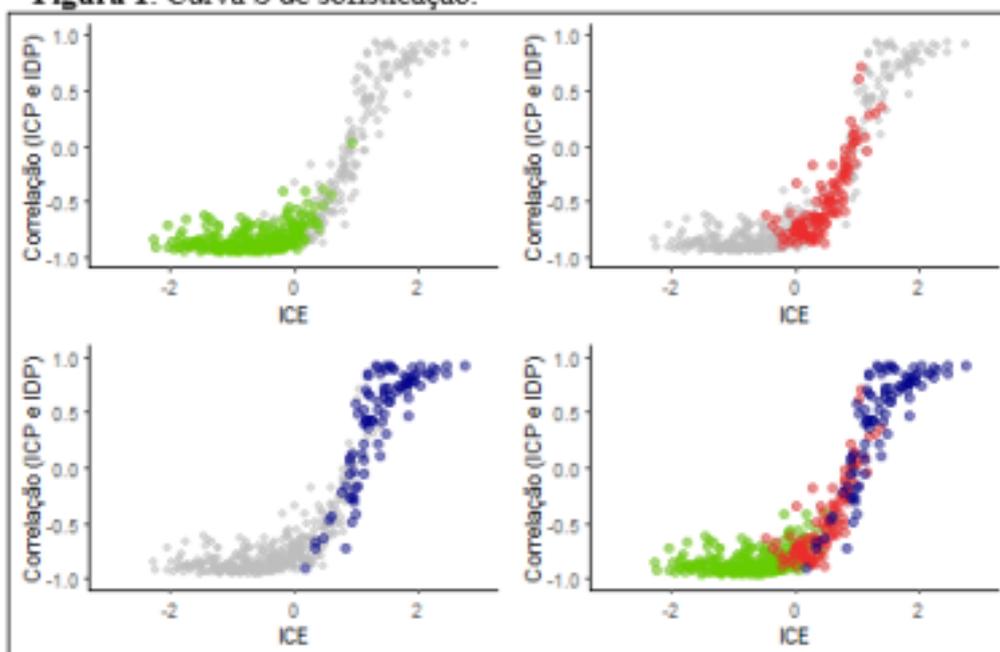
4.2. A curva S do processo de sofisticação produtiva

Hartmann *et al.* (2020) utilizam a *correlação* entre a densidade e a complexidade do produto para ilustrar as características da estrutura produtiva de cada país. O cálculo é feito por meio do índice de *correlação de Pearson* para conjunto de opções de diversificação. Se ele assume valor positivo, os produtos mais complexos possuem maior índice de densidade, i.e., a estrutura produtiva do país está mais próxima de produtos mais sofisticados. Caso ele tenha valores negativos, a estrutura produtiva do país está mais próxima de produtos mais simples.

Tendo o índice de complexidade econômica no eixo das abscissas e o índice de correlação no eixo das ordenadas, os autores constroem a curva S de sofisticação econômica, que nos indica que a direção de diversificação – para bens mais ou menos complexos – depende do estágio de desenvolvimento do país (Hartmann *et al.*, 2020). A partir desta contribuição, classificamos os países em três grupos distintos, de acordo com a característica de sua estrutura produtiva no ano de 2010. No painel inferior direito da Figura 1, observamos o nível de complexidade e a característica da estrutura produtiva de 122 países ao longo de intervalos de dez anos entre 1980-2010.

A fim de dividir os grupos, executou-se o teste de Chow para atestar quebras estruturais na relação explicativa entre o índice de correlação e a complexidade, usando dados para 2010. Interpretando que uma variação positiva do índice de correlação ilustra a aproximação do país aos produtos mais sofisticados, testamos dois pontos de quebra: (i) ICE = 0,0 e (ii) ICE = 1,0. Para ambos, conforme indicado no Apêndice A, o valor da estatística de teste indicou com significância a existência de quebras. Estendemos a classificação da estrutura produtiva em 2010 para os demais anos, o que é representado na curva S pela existência de sobreposição entre alguns pontos. Sendo assim, a curva S de sofisticação deste trabalho capta como ocorreu a evolução da estrutura produtiva, representada pela variação do índice de correlação, entre 1980 e 2010, para cada grupo de países.

Figura 1. Curva S de sofisticação.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Nota: verde é grupo de baixa complexidade ($ICE_{2010} \leq 0,0$); vermelho é grupo de complexidade intermediária ($0,0 < ICE_{2010} < 1,0$); azul é grupo de elevada complexidade ($ICE_{2010} \geq 1,0$).

Alinhado com os resultados apresentados por Hartmann *et al.* (2020), temos que os países de baixa complexidade (painel superior esquerdo) possuem estrutura produtiva conectada a produtos mais simples. Majoritariamente, este grupo apresentou valores negativos para o índice de correlação. Vemos ainda que os países menos complexos apresentaram pouca evolução de sua estrutura produtiva no período 1980-2010, uma vez que os pontos verdes continuam concentrados na região onde o índice correlação é menor do que -0,5 e o ICE menor do 0,0. O grupo de países de complexidade intermediária (painel superior direito), apesar de uma estrutura que está mais conectada a produtos menos complexos, está levemente mais próximo de produtos mais sofisticados. Nesse sentido, fica claro que, em comparação com o grupo de baixa complexidade, os países desse grupo experimentaram uma evolução de sua estrutura produtiva, tendo em vista que os pontos em vermelho estão distribuídos mais verticalmente na região central da curva, sinalizando para uma considerável variação positiva do índice de correlação entre 1980 e 2010.

Por fim, os países de complexidade elevada (painel inferior esquerdo) têm a sua produtiva muito conectada a produtos mais complexos. Similarmente ao grupo de complexidade intermediária, vemos que a distribuição dos pontos azuis é mais próxima de uma distribuição vertical, indicando que os valores do índice de correlação para esses países variaram significativamente entre 1980 e 2010. Como resultado, os países de complexidade elevada se engajaram em uma trajetória de mudança da estrutura produtiva entre 1980 e 2010.

A Tabela 4 apresenta as estimações da relação explicitada na Curva S, em uma análise decenal para o período 1980-2010. O índice de correlação é a variável dependente, sendo que uma variação positiva ilustra o processo de mudança estrutural em direção a produtos mais sofisticados. O ICE é a variável explicativa e representa o nível de complexidade da estrutura produtiva dos países. A regressão foi estimada via um modelo de efeitos fixos *two-way* para

dados em painel.

Tabela 4 – Relação entre estágio de desenvolvimento e oportunidades de sofisticação.

Variável	Baixa complexidade	Complexidade intermediária	Complexidade Elevada
Índice de complexidade econômica (ICE)	0,0638*** (0,0217)	0,6391*** (0,0516)	0,9455*** (0,0950)
Constante	-0,7681*** (0,0191)	-0,7492*** (0,0369)	-0,6182*** (0,1165)
Observações	272	124	92
R ² ajustado	0,2167	0,6535	0,7391
F	4,23	39,74	47,33
Prob > F	0,0041	0,0000	0,0000

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Notas: o modelo possui o índice de correlação (ICP vs IDP) como variável explicada. Erro padrão robusto entre parênteses. Significância dos coeficientes: *** ($p < 0,01$), ** ($p < 0,05$), * ($p < 0,1$).

Para os três grupos, o coeficiente do índice de complexidade econômica é significativo ao nível de 1%. Entretanto, o modelo para os países de baixa complexidade apresentou a menor capacidade explicativa (21,67%). Não obstante, para este grupo, o coeficiente do ICE apresentou o menor valor (0,0638). Pela Figura 1, observa-se que, para os países de baixa complexidade, os valores do índice de correlação variam pouco em comparação aos demais. Dessa forma, entende-se que, em níveis baixos de complexidade, os países possuem maiores dificuldades em iniciar o processo de mudança estrutural, mantendo níveis baixos de complexidade econômica.

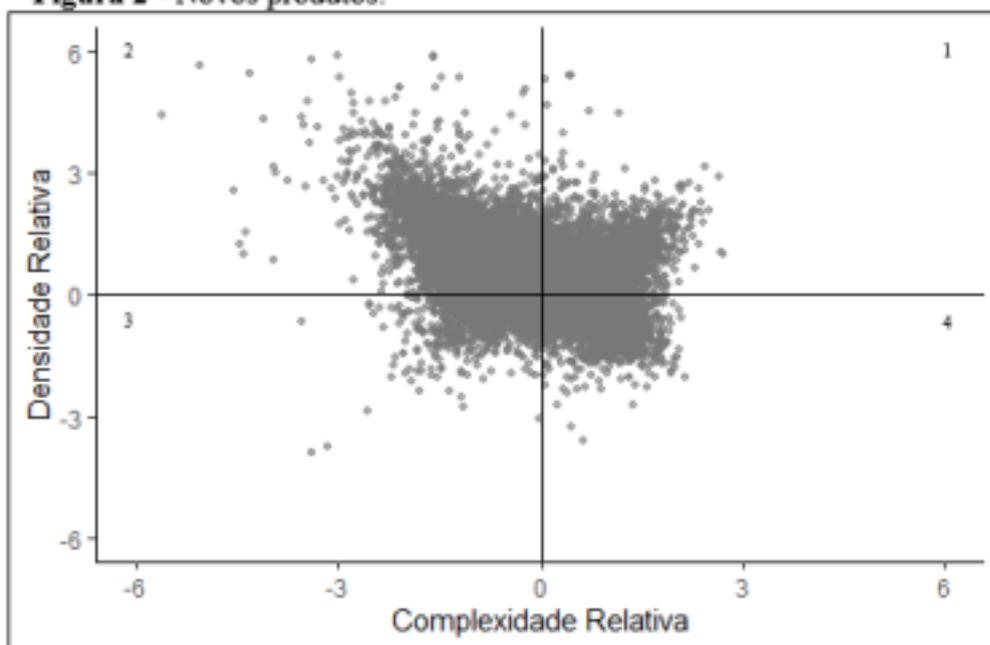
A partir de níveis intermediários de complexidade, o processo de diversificação que leva a estrutura produtiva para além de produtos mais simples é viabilizado, como é indicado pelo aumento significativo do coeficiente do ICE e da capacidade explicativa do modelo. Analisando o terceiro grupo, observa-se que os países que foram classificados como alta complexidade em 2010 apresentaram o processo de mudança estrutural mais acelerado entre 1980 e 2010. O valor do coeficiente do ICE, que era de 0,6391 para o grupo de complexidade intermediária, passa a ser de 0,9455.

Em suma, estes resultados indicam que os países que eram mais complexos em 2010 admitiram, entre 1980 e 2010, um processo de mudança estrutural mais consistente, enquanto os países de complexidade intermediária, apesar de terem sofisticado sua estrutura produtiva, não sustentaram um processo de desenvolvimento tão robusto quanto os países mais complexos.

4.3. A curva U do processo de diversificação produtiva

A Figura 2 apresenta a relação entre densidade relativa e complexidade relativa. A figura indica que a maior parte dos novos produtos se encontra no segundo quadrante, ou seja, são produtos menos complexos (complexidade relativa negativa) e mais próximos à estrutura produtiva do país (densidade relativa positiva) em relação ao comportamento médio do conjunto de opções de diversificação.

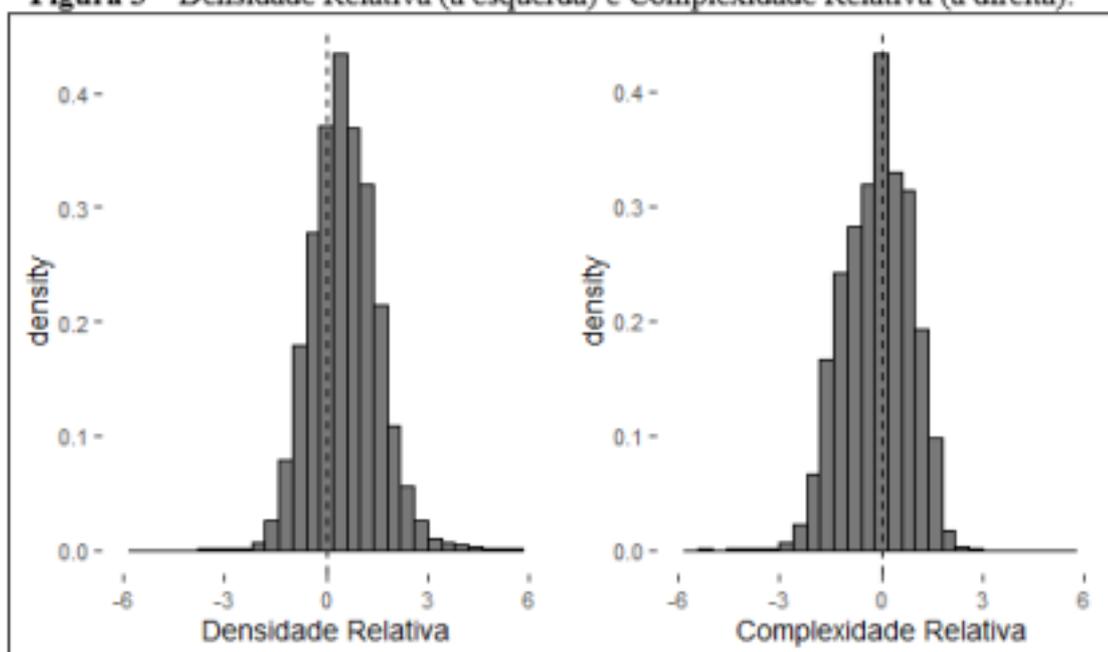
Figura 2 - Novos produtos.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Ao analisar a distribuição do indicador de densidade relativa (painel esquerdo da Figura 3), observa-se que a maior parcela dos novos produtos possui densidade relativa positiva (70,17% dos casos). Assim, reforça-se a conclusão de Pinheiro *et al.* (2018) de que, em geral, os países se diversificam para produtos mais similares a sua estrutura produtiva. Em relação à complexidade relativa (painel direito da Figura 3), observa-se um equilíbrio nas estatísticas. Aproximadamente em 52,34% dos casos, o índice de complexidade relativa é negativo. Esse equilíbrio pode ser explicado pelo fato de que, para os países mais complexos, os produtos mais próximos a sua estrutura produtiva são justamente aqueles mais sofisticados. Por outro lado, para os países menos complexos, os produtos menos sofisticados são aqueles mais similares a sua estrutura produtiva.

Figura 3 – Densidade Relativa (à esquerda) e Complexidade Relativa (à direita).



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

A Tabela 5 resume a frequência com que cada estratégia de diversificação ocorre. Dentro do grupo das estratégias de diversificação relacionada, a estratégia Conservadora corresponde a

62,63% dos casos, enquanto a estratégia de Continuidade corresponde a 37,37%. Por outro lado, dentro do grupo de estratégias de diversificação não-relacionada, a estratégia Arrojada corresponde a 71,84% do total e a estratégia Arriscada, que já possui baixa participação no total de novos produtos (8,40%), corresponde a 28,16% dos casos.

A Tabela 5 reverbera as conclusões das Figuras 2 e 3: estratégias de diversificação relacionada são dominantes, sendo que aquela que é direcionada a produtos menos complexos do que a média das opções (Conservadora) apresenta maior frequência.

Tabela 5 - Estratégias de diversificação (por novos produtos).

Estratégia	Contagem de novos produtos	Participação no total de novos produtos
Continuidade	3775	26,22%
Conservadora	6326	43,95%
Arrojada	3085	21,43%
Arriscada	1209	8,40%

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Todavia, os países não adotam exclusivamente uma estratégia. A Tabela 6 explicita a combinação de estratégias dentro de cada grupo de países. Os países de baixa complexidade adotam majoritariamente a estratégia Conservadora (70,07% dos casos), em função das limitações impostas por uma estrutura produtiva pouco sofisticada.

Quando analisamos os países de complexidade intermediária, chama atenção o aumento das participações das estratégias Arrojada (27,91%) e de Continuidade (24,06%). Novamente, reforçam-se as conclusões de Pinheiro *et al.* (2018) e de Hartmann *et al.* (2020) e que também estão presentes no modelo exposto na Tabela 4: os países de complexidade intermediária, por possuírem estrutura produtiva próxima de produtos simples e sofisticados, já estão em condições de almejar a diversificação para produtos mais complexos.

No caso dos países mais complexos, predomina a estratégia de Continuidade (49,57%). Aproveitando-se de uma estrutura produtiva com conhecimentos e tecnologias mais sofisticadas, eles podem sustentar a progressão do processo de complexização de sua estrutura produtiva. Por fim, analisando especificamente a estratégia arriscada, vemos que ela apresenta participação baixa em todos os grupos. Logo, se a decisão é se mover para produtos que, em termos de conhecimento produtivo requerido, são poucos semelhantes à estrutura produtiva do país, é melhor almejar os produtos mais complexos dentre as opções de diversificação disponíveis.

Tabela 6 - Estratégias de diversificação (por novos produtos).

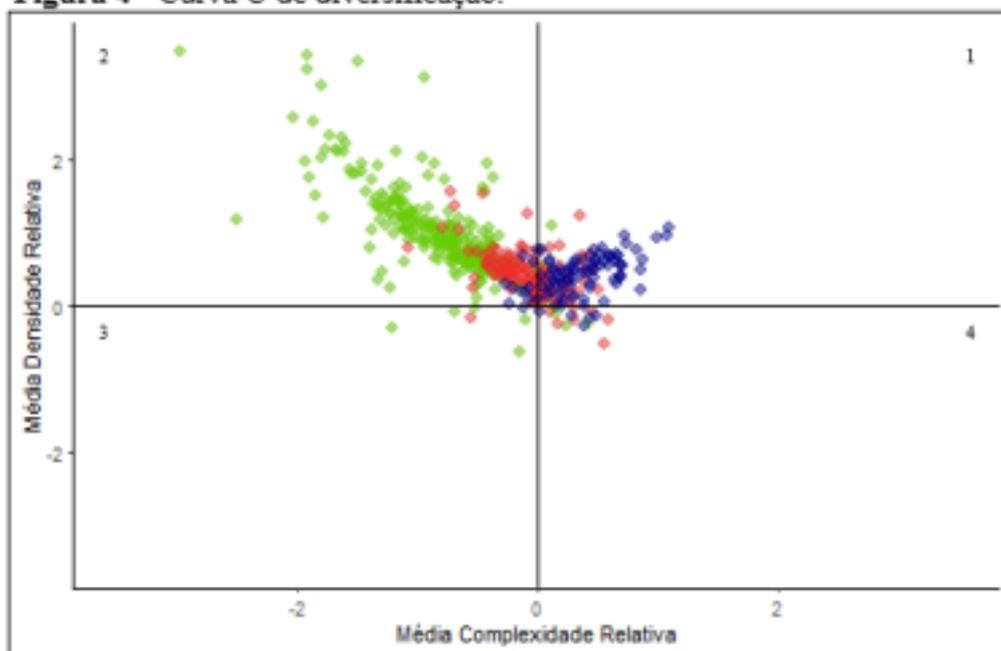
Grupo	Estratégia	Participação por grupo de países
Baixa complexidade	Continuidade	8,48%
	Conservadora	70,07%
	Arrojada	16,55%
	Arriscada	4,89%
Complexidade intermediária	Continuidade	24,06%
	Conservadora	40,54%
	Arrojada	27,91%
	Arriscada	7,49%
Complexidade elevada	Continuidade	49,57%
	Conservadora	17,81%
	Arrojada	19,00%
	Arriscada	13,61%

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Calculando os valores médios dos índices de densidade relativa e de complexidade relativa para o conjunto de novos produtos, podemos observar, por meio do *vetor de diversificação* (Pinheiro *et al.*, 2018), a trajetória de diversificação de cada grupo. A Figura 4 nos fornece a curva U de diversificação. Assim como na Figura 1 (curva S de sofisticação), na Figura 4 cada ponto representa um país em determinado ano nos intervalos decenais entre 1980-2010. Como antecipado na Figura 2, os novos produtos possuem, em sua maioria, valores positivos para o índice de densidade relativa. Dessa forma, é compreensível o fato de que, na média, os países, independente do grupo, tendem a se diversificar para produtos mais similares àqueles que eles já produzem e exportam competitivamente. Em 95,01% das trajetórias de diversificação analisadas na Figura 4, a densidade relativa média assumiu valor positivo.

Contudo, o que parece variar entre as trajetórias de diversificação é o nível médio de complexidade da direção adotada. Enquanto os países de baixa complexidade tendem a se mover, na média, para produtos menos complexos (95,97% dos casos – pontos verdes – estão concentrados no segundo quadrante), os países de elevada complexidade se movem em direção a produtos mais complexos do que a média das opções (81,44% dos casos – pontos azuis – estão concentrados no primeiro quadrante). Os países de complexidade intermediária, apesar de também se posicionarem majoritariamente no segundo quadrante (59,54% dos casos – pontos vermelhos), estão distribuídos mais próximos à origem (0,0). Um indicativo disso é que 34,35% dos casos para este grupo estão concentrados no primeiro quadrante, sendo que este valor é de 1,10% para o grupo de baixa complexidade.

Figura 4 - Curva U de diversificação.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Nota: verde = grupo de baixa complexidade; vermelho = grupo de complexidade intermediária; azul = grupo de elevada complexidade.

Os resultados da Tabela e da Figura 4 reforçam que o processo de sofisticação produtiva e, conseqüentemente, o desenvolvimento econômico são dependentes de trajetória (Hausmann e Hidalgo, 2009). Por possuírem um conjunto mais simples de capacidades, países menos complexos tendem a ganhar competitividade em setores mais simples e de maior densidade relativa, gerando evidências de que a dificuldade em acumular e combinar capacidades mais sofisticadas impõe restrições a movimentos no espaço de produtos para além da periferia. Por outro lado, um conjunto mais sofisticado de capacidades produtivas permite que os países mais complexos permaneçam em partes centrais do espaço de produtos, mantendo a competitividade em setor mais complexos. Logo, fica evidente que as características da estrutura produtiva determinam a intensidade do processo de mudança estrutural (Tabela 4), o tipo de estratégia de diversificação adotada pelos países (Tabela 6) e a sua trajetória de diversificação (Figura 4). Como efeito, o conjunto de produtos potenciais para o desenvolvimento econômico também irá variar de acordo com o grupo.

4.4. Avaliação das regras de diversificação

A Tabela 7 mostra a distribuição dos pesos de cada variável que compõe o cálculo do *score* para os grupos definidos anteriormente. A fim de basear a proposição da regra em experiências bem-sucedidas de desenvolvimento, foram mantidos nas bases de cada grupo, para o cálculo dos pesos, somente os países que tiveram aumento no ICE entre os períodos analisados, e somente os produtos que constituam o conjunto de opções de diversificação para cada país. Os quadros no Apêndice B ilustram os resultados do método ACP.

Tabela 7 - Dimensões e indicadores que compõem o escore e as ponderações por grupo.

Dimensões	Peso	Indicadores	Grupo de países		
			Baixa Complexidade	Complexidade Intermediária	Complexidade Elevada
Capacidades atuais	1/3	Valor exportado por produto	0,5731	0,5975	0,6364
		Vantagem Comparativa Revelada (<i>VCR</i>)	0,1073	0,1561	0,1490
		Taxa de crescimento composta das exportações	0,3196	0,2464	0,2146
Oportunidades de mercado	1/3	Valor importado por produto	0,7265	0,9418	0,5360
		Desvantagem Comparativa Revelada (<i>DCR</i>)	0,0204	-	0,0074
		Taxa de crescimento composta das importações	0,2532	0,0582	0,4566
Análises de ganhos	1/3	Índice de Complexidade do Produto (<i>JCP</i>)	0,4689	0,4276	0,3716
		Índice de Densidade do Produto (<i>IDP</i>)	0,0562	0,1437	0,2671
		Índice de Ganho de Oportunidade (<i>JGO</i>)	0,4749	0,4286	0,3613

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Para o grupo de complexidade intermediária, a análise dos componentes principais sinalizou, em um primeiro momento, um peso negativo para o índice de desvantagem comparativa revelada. Dessa forma, como o objetivo é obter pesos com valores positivos para variáveis que de fato explicam a variabilidade dentro de cada dimensão, foi retirado o índice de DCR para este grupo, mantendo somente as variáveis de valor importado e a taxa de crescimento composta das importações. As diferenças mais significativas entre os pesos residem na dimensão de análise de ganhos. Observou-se que, para o grupo de países de baixa complexidade, as variáveis de ICP e IGO têm pesos maiores. Para os países de complexidade intermediária, há um leve aumento do peso para a variável de densidade do produto. Finalmente, para os países de complexidade elevada, os pesos para a dimensão de análise de ganhos são distribuídos de forma mais equilibrada.

A Tabela 8 descreve o acerto médio e o acerto mais recente da regra por grupo de países⁶. Primeiro, para a avaliação da regra, foi computado o número de novos produtos que o país se diversificou, considerando apenas os países com trajetórias de desenvolvimento bem-sucedidas, ou seja, aqueles que aumentaram o ICE entre dois períodos. Em seguida, foi estabelecida, por meio da quantidade de novos produtos, a lista de indústria promissoras. Exemplificando: se um país entra na exportação competitiva de X novos produtos, foram considerados os X produtos com valores mais elevados do *escore*. A partir desse número foi calculada então a porcentagem de acerto ao verificar quantos dos novos produtos identificados pela regra se encontram entre os setores que efetivamente ganharam VCR. Isto é, de todos os produtos elencados como potenciais pela regra, em quantos o país de fato entrou na exportação competitiva.

Foram realizados dois cortes para os produtos antes de calcular o acerto da regra explicitada na Tabela 7. Os dois cortes se relacionam ao comportamento da densidade relativa (produtos com densidade maior ou menor do que a densidade média do conjunto de opções de diversificação) e da complexidade relativa (produtos com complexidade maior ou menor do que a

complexidade média do conjunto de opções). Além disso, para todos os acertos, mantivemos somente os produtos cujo valor para o índice de vantagem comparativa revelada está entre 0,5 e 1,0, dado que é neste intervalo que se encontram os produtos que o país não exporta competitivamente, mas que já produz com certo know-how.

⁶No Apêndice C, encontra-se a tabela com a relação completa de acertos para os intervalos de dez anos entre 1980-2010.

Tabela 8 – Validação do escore por grupo

Grupo	Acerto	Densidade superior à média	Densidade inferior à média	PCI superior à média	PCI inferior à média
Baixa Complexidade	Acerto médio (1980-2010)	32,00%	27,90%	23,30%	36,39%
	Acerto mais recente (2000-2010)	19,86%	16,48%	20,83%	29,89%
Complexidade Intermediária	Acerto médio (1980-2010)	33,12%	23,22%	23,86%	29,73%
	Acerto mais recente (2000-2010)	32,70%	32,10%	24,71%	31,11%
Complexidade Elevada	Acerto médio (1980-2010)	33,12%	23,55%	33,94%	19,30%
	Acerto mais recente (2000-2010)	43,91%	29,01%	44,90%	27,55%

Fonte: elaborado pelo autor, 2022

Nota: valores em negrito indicam em qual direção de diversificação a regra teve maior acerto médio no período.

Os valores em negrito indicam o maior acerto médio para os cortes de densidade e complexidade. Eles confirmam os resultados encontrados na análise descritiva. No caso dos países de baixa complexidade, a regra apresentou maior acerto médio quando considerados os produtos com densidade superior e os produtos com complexidade inferior à média do conjunto de opções. Nesses casos, os países efetivamente entraram na exportação competitiva de um a cada três produtos identificados pela regra. Os resultados reforçam o que já foi constatado neste trabalho: mover-se para produtos mais similares à estrutura produtiva é uma tendência e as estratégias que miram produtos menos complexos parecem ser mais adequadas às limitações produtivas existentes, tornando a estratégia Conservadora a mais recomendada. Todavia, observa-se que os valores do acerto para o período mais recente são significativamente inferiores à média.

No caso dos países de complexidade intermediária, o maior acerto médio também é para os produtos com densidade superior e os produtos com complexidade inferior à média do conjunto de opções. Similarmente ao grupo de baixa complexidade, a regra acertava um a cada três produtos identificados. O que chama atenção é o acerto para o caso dos produtos mais distantes da estrutura produtiva: para o período mais recente, a taxa de acerto para produto com densidade inferior à média das opções foi de 32,10%, valor semelhante àquele observado para o corte dos produtos mais similares à estrutura produtiva. Comparativamente ao grupo de baixa complexidade, somado ao fato de que o acerto para o corte de complexidade superior à média para o período mais recente é satisfatório (24,71%), este resultado indica que a estratégia

arrojada é interessante para os países de complexidade intermediária, sob a perspectiva da regra construída.

Por fim, para os países de complexidade elevada, a regra proposta é eficiente no caso de os países reforçarem a trajetória em curso de diversificação relacionada para produtos mais complexos. É interessante observar que, para o período mais recente, a cada dez produtos identificados pela regra, em aproximadamente quatro havia acerto para ambos os cortes de densidade superior à média e de complexidade superior à média. Portanto, para recomendação de produtos potenciais ao desenvolvimento para as economias mais complexas, a regra apresentou maior eficiência.

É importante notar, porém, que o nível de acertos das regras não deve ser interpretado como um indicador da sua qualidade. Em função da estrutura das regras, é provável que sua implementação integral levasse a uma taxa de crescimento ainda maior que a observada. O nível de acerto das regras, porém, indica sua factibilidade, apontando que de fato se aproximam em certa medida de trajetórias de desenvolvimento relativamente bem-sucedidas.

5. CONCLUSÕES

A partir das contribuições das metodologias da Complexidade Econômica (Hausmann e Hidalgo, 2009; Hidalgo *et al.*, 2011) e do Espaço de Produtos (Hidalgo *et al.*, 2007), observa-se que países admitem diferentes trajetórias de desenvolvimento, condicionadas pelas características das suas estruturas produtivas, que por sua vez refletem o nível de conhecimento produtivo existente em cada economia. Partindo da curva S de sofisticação de Hartmann *et al.* (2020), os países foram divididos em três grupos. Analisando os grupos separadamente, observou-se que a velocidade do processo de desenvolvimento econômico depende do conjunto de capacidades embutidas na estrutura produtiva dos países. Por estarem mais próximos de produtos mais simples, países de baixa complexidade enfrentam dificuldades em acumular capacidades mais sofisticadas e, portanto, em iniciar o processo de modernização produtiva.

À medida que a estrutura produtiva se aproxima de produtos mais sofisticados, o desenvolvimento – representado pela variação positiva do índice de correlação entre densidade relativa e complexidade relativa – é viabilizado, o que é verificado a partir de níveis intermediários de complexidade econômica. Os testes econométricos reportados no artigo corroboram essa explicação, uma vez que o coeficiente do índice de complexidade econômica aumenta de valor para os países de complexidade média, confirmando que os países que tinham maiores níveis de complexidade em 2010 foram aqueles que se engajaram em processos de mudança estrutural mais robustos.

Utilizando os indicadores construídos por Pinheiro *et al.* (2018), foram então avaliados

diferentes tipos de estratégias de diversificação adotadas em cada grupo de países. A análise realizada indica que países de baixa complexidade se diversificam, na maioria das ocasiões, para produtos menos complexos e de maior proximidade em relação à média das opções. Dessa forma, eles admitem uma trajetória de diversificação restrita a produtos de baixa complexidade, o que justifica a dificuldade em iniciar o processo de modernização produtiva. Países de complexidade intermediária, apesar de também admitirem mais casos de diversificação relacionada, estão mais aptos a arrojarem em suas estratégias produtivas, apostando em produtos mais complexos, o que pode alavancar o desenvolvimento econômico. Por fim, países de complexidade elevada, por possuírem estrutura produtiva com capacidades mais sofisticadas, mantêm trajetórias consistentes de modernização produtiva.

Por meio do método estatístico da Análise de Componentes Principais (ACP), avaliamos os produtos potenciais com base nos indicadores de complexidade divididos em três dimensões: capacidades atuais do país, as oportunidades de mercado no mercado mundial e os ganhos potenciais em caso de diversificação para esses produtos. Os diferentes pesos na Tabela 7 indicam que os produtos potenciais variam conforme os grupos. O fato de mantermos, para o cálculo dos pesos dentro de cada grupo, somente os países que tiveram ganhos de complexidade entre os períodos analisados indica que a regra considera trajetórias de diversificação bem sucedidas. Ao validarmos o acerto, verificamos que a regra é mais eficiente ao recomendar produtos que sigam as trajetórias de diversificação já adotadas pelos países. Ou seja, os melhores cortes de densidade e complexidade respeitam as limitações produtivas que determinam as estratégias de diversificação. E nesses melhores cortes, a regra acertava em aproximadamente um a cada três produtos recomendados nos três grupos analisados.

Concluindo, esta pesquisa reforça a existência de dependência de trajetória no desenvolvimento econômico, o que é formalizado pelo conceito da Curva U de diversificação produtiva, além de confirmar que essa dependência condiciona fortemente o acerto da regra de diversificação proposta. A utilização do método ACP, que é a principal contribuição deste trabalho, para a atribuição de pesos na regra em um recorte mundial ainda é incipiente nas análises empíricas de desenvolvimento econômico e requer estudos mais detalhados. Os resultados da pesquisa mostram que um esforço de refinamento é bem-vindo, principalmente no caso de economias de baixa complexidade.

BIBLIOGRAFIA

ALENCAR, J. F. L.; FREITAS, E.; ROMERO, J. P.; BRITTO, G. *Complexidade econômica e desenvolvimento: uma análise do caso latino-americano*. Novos estudos - CEBRAP. 2018, vol.37, n.2, p. 247-271.

ALSHAMSI, A.; PINHEIRO, F. L.; HIDALGO, C. A. *Optimal diversification strategies in the networks of related products and of related research areas*. Nature communications, v. 9, n. 1, 1328, 2018.

BALLAND, P. A. *Economic Geography in R: Introduction to the EconGeo Package*. Papers in Evolutionary Economic Geography, 17 (09): 1-75. 2017.

BALLAND, P. A.; BOSCHMA, R.; CRESPO, J.; RIGBY, D. *Smart specialization policy in the European Union: relatedness, knowledge complexity and regional diversification*. *Regional Studies*, 53:9, 1252-1268, 2019.

BALASSA, B. *Trade liberalization and revealed comparative advantage*. Manchester School of Economics and Social Studies, 1965.

BRITTO, G.; ROMERO, J. P.; FREITAS, E.; COELHO, C. *The Great Divide: Economic Complexity and Development Paths in Brazil and South Korea*. *Cepal Review*, 2019.

CHANG, H. J. *Chutando a Escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica*. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

FEENSTRA, R.; ROMALIS, J. *International prices and endogenous quality*. *Quarterly Journal of Economics*, v. 129, n. 2, p. 477-527, 2014.

FELIPE, J.; KUMAR, U.; ABDON, A.; BACATE, M. *Product complexity and economic development, Structural Change and Economic Dynamics*. 23, p. 36-68, 2012.

FREITAS, E. E.; PAIVA, E. A. *Diversificação e Sofisticação das Exportações: Uma Aplicação do Product Space aos Dados do Brasil*. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 46, 2015, p. 79-98.

FURTADO, C. *Development and Underdevelopment*. University of California Press: Berkeley (California), 1964.

GALA, P.; CAMARGO, J.; FREITAS, E. *The Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) was right: Scale-free complex networks and core-periphery patterns in world trade*. *Cambridge Journal of Economics*, 42 (3), 633-651, 2018.

HARTMANN, D.; GUEVARA, M. R.; JARA-FIGUEROA, C.; ARISTARÁN, M.; HIDALGO, C. *Linking Economic Complexity, Institutions, and Income Inequality*. *World Development*, 93, pp. 75-93, 2016.

HARTMANN, D. *The economic diversification and innovation system of Turkey from a global comparative perspective*. In Pyka, A., Kustepeli, Y. & Hartmann, D. (2016, eds.). *International Innovation Networks and Knowledge Migration – The German-Turkish nexus*, Routledge Lisbon Civic Forum Studies in Innovation.

HARTMANN, D.; BEZERRA, M.; PINHEIRO, F. *Identifying smart strategies for economic diversification and inclusive growth in developing economies: The case of Paraguay*. No 04, Hohenheim Discussion Papers in Business, Economics and Social Sciences, University of Hohenheim, Faculty of Business, Economics and Social Sciences, 2019.

HARTMANN, D.; ZAGATA, L.; GALA, P.; PINHEIRO, F. *Why did some countries catch-up, while others got stuck in the middle? Stages of productive sophistication and smart industrial policies*. Textos para discussão 526, FGV EESP - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas (Brasil), 2020.

HAUSMANN, R.; KLINGER, B. *Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space*. CID working paper, n. 128, 2006.

HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. *What You Export Matters*. *Journal of Economic Growth*, 12(1), 2007. p. 1-25.

HAUSMANN, R.; HIDALGO, C.A.; BUSTOS, S.; COSCIA, M.; CHUNG, S.; JIMENEZ, J.;

SIMÕES, A.; YILDIRIM, M. A. *The Atlas of Economics Complexity – Mapping Paths to prosperity*. Puritan Press: New York, 2011.

HAUSMANN, R.; CHAUVIN, J. *Moving to the adjacent possible: discovering paths of export diversification in Rwanda*. Center for International Development (CID) Faculty Working Paper, No. 294, Harvard University, 2015.

HAUSMANN, R.; SANTOS, M. A.; OBACH, J. *Appraising the Economic Potential of Panama: Policy Recommendations for Sustainable and Inclusive Growth*. Center for International Development (CID) Faculty Working Paper, No. 334, Harvard University, 2017.

HIDALGO, C.; KLINGER, B.; BARABASI, A. L.; HAUSMANN, R. *The product space conditions the development of nations*. *Science*, 2007.

HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. *The building blocks of economic complexity*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106 (26), p. 10570- 10575, 2009.

HIDALGO, C.; HAUSMANN, R. *The network structure of economic output*. *Journal of Economic Growth*, 16(4), p. 309-42, 2011.

HIDALGO, C.; BALLAND, P-A.; BOSCHMA, R.; DELGADO, M.; FELDMA, M.; FRENKEN, K.; GLAESER, E.; HE, C.; KOGLER, D.; MORRISON, A.; NEFFKE, F.; RIGBY, D.; STERN, S.; ZHENG, S.; ZHU, S. *The Principle of Relatedness*. In: Morales A., Gershenson C., Braha D., Minai A., Bar-Yam Y. (eds) *Unifying Themes in Complex Systems IX*. ICCS 2018. Springer Proceedings in Complexity. Springer, Cham.

HIRSCHMAN, A. O. *The strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press, 1958.

JANKOWSKA, A.; NAGENGAST, A. J.; PEREA, J. R. *The Product Space and the Middle Income Trap: Comparing Asian and Latin American Experiences*. OECD Development Centre Working Paper No. 311, 2012.

KAISER, H. F. *The application of electronic computers to factor analysis*. *Educational and Psychological Measurement*, v. 20, p. 141-151, 1960.

KALDOR, N. *Causes of the slow rate of economic growth of the United Kingdom*. Cambridge University Press: Cambridge, 1966.

KALDOR, N. *The Case for Regional Policies*. *Scottish Journal of Political Economy*, 17, 1970. p. 337-48.

KUZNETS, S. *Modern Economic Growth: Rate, Structure and Spread*. Yale University Press: New Haven, 1966.

LALL, S. *The technological capabilities and industrialization*. *World Development*, v. 20, p. 165–185, 2000.

MANLY, B. J. F. *Métodos estatísticos multivariados: uma introdução*. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MARCATO, M. B. *O (sub)desenvolvimento sob a perspectiva do estruturalismo latino americano*. *Revista Economia Ensaios*, v. 27, p. 29-44, 2013.

MCMILLAN, M.; RODRIK, D. *Globalization Structural Change, and Productivity Growth*,

with an Update on Africa. World Development, v. 63, p. 11-32, 2014.

MINGOTI, S. *Análise de dados através de métodos de estatística de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

MORELIX, F. *Desenvolvimento e complexidade econômica: oportunidades nas trajetórias de Brasil e Coreia do Sul*. Orientador: João Prates Romero. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2019.

PINHEIRO, F.; ALSHAMSI, A.; HARTMANN, D.; BOSCHMA, R.; HIDALGO, C. *Shooting low or high: Do countries benefit from entering unrelated activities?* Papers in Evolutionary Economic Geography, 18 (07), 2018.

PREBISCH, R. *The economic development of Latin America and its principal problems*. Economic Bulletin for Latin America, 7, United Nation, 1962.

QUEIROZ, A. *Estratégia de diversificação produtiva: uma proposta para aumentar a complexidade econômica dos estados brasileiros*. Orientador: João Prates Romero. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Ciências Econômicas. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

RESENDE, L. V.; ROMERO, J. P. *Estrutura produtiva e crescimento: uma análise comparativa de Brasil, Austrália e Canadá*. In: Prêmio ABDE-BID: Coletânea de Trabalhos. 1 ed. Rio de Janeiro: ABDE Editorial, v., 2017, p. 89-120.

RODRIGUEZ, O.; BURGEÑO, O.; HOUNIE, A.; PITTALUGA, L. *CEPAL: velhas e novas ideias*. Economia e Sociedade, Campinas, n. 5, p 79-109, dez. 1995.

RODRIGUEZ, O. *O Estruturalismo Latino-Americano*. Rio de Janeiro: Civ. Brasileira, 2009.

ROMERO, J. P.; FREITAS, E. *Setores promissores para o desenvolvimento do Brasil: complexidade e espaço do produto como instrumentos de política*. In: Mônica Viegas, Eduardo Albuquerque. (Org.). Alternativas para uma crise de múltiplas dimensões. 1 ed. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG, 2018, v. 1, p. 358-374.

ROMERO, J. P.; SILVEIRA, F. *Mudança estrutural e complexidade econômica: identificando setores promissores para o desenvolvimento dos estados brasileiros*. In: Marcos Vinicius Chialliato Leite (Org.). Alternativas para o desenvolvimento brasileiro: novos horizontes para a mudança estrutural com igualdade. 201ed. Santiago: Nações Unidas, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 252p., p. 137-160, 2019.

SIMÕES, A. J. C.; HIDALGO, C. *The Economic Complexity Observatory: An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development*. Workshops at the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2011.

THIRLWALL, A. P. *A natureza do crescimento econômico*. Brasília: IPEA, 2005.

APÊNDICE A

Tabela A - Estatísticas Teste de Chow.

Descrição	Ponto de Quebra: ICE = -0,0	Ponto de quebra: ICE = 1,0
SQR	9,26	1,3182
SQR1	1,3182	0,4833
SQR2	0,7518	0,2662
Observações	122	54
Estatística de teste	204,9375	18,9670
Valor crítico estatística de teste	4,787	5,057
<i>P-valor</i> (estatística teste)	0,0000	0,0000

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Notas: teste unilateral ao nível de 1% de probabilidade. SQR = soma dos quadrados dos resíduos do modelo irrestrito. SQR1 = soma dos quadrados dos resíduos do modelo restrito com valores do ICE menores ou iguais do que o ponto de quebra. SQR2 = soma dos quadrados dos resíduos do modelo restrito com valores do ICE maiores do que o ponto de quebra.

APÊNDICE B

Tabela B1 – Resultado ACP. Dimensão de capacidades atuais.

Componentes	BC		CI		CE	
	Autovalor	Proporção explicada acumulada	Autovalor	Proporção explicada acumulada	Autovalor	Proporção explicada acumulada
Componente 1	1,3086	0,4362	1,3936	0,4645	1,3679	0,4560
Componente 2	0,9667	0,7584	0,9521	0,7819	0,9469	0,7716
Componente 3	0,7247	1,0000	0,6543	1,0000	0,6852	1,0000

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Nota: BC = baixa complexidade. CI = complexidade intermediária. CE = complexidade intermediária.

Tabela B2 – Resultado ACP. Capacidades atuais (grupo baixa complexidade).

Variável	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	W	Peso
Valor exportado por produto	0,3759	0,8926	0,2489	0,5117	0,5731
Vantagem Comparativa Revelada (VCR)	0,6844	-0,0863	-0,7240	0,0958	0,1073
Taxa de crescimento composta das exportações (CAGR)	0,6247	-0,4425	0,6433	0,2853	0,3196

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Notas: W = média do valor dos componentes, por variável, ponderada pelos respectivos autovalores.

APÊNDICE C