

# GRAU DE ESPECIALIZAÇÃO DA CESTA DE EXPORTAÇÕES E SUA RELAÇÃO COM A COMPLEXIDADE ECONÔMICA DAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO BRASILEIRAS<sup>1</sup>

Felipe Orsolin Teixeira<sup>2</sup>

Clailton Ataídes de Freitas<sup>3</sup>

Daniel Arruda Coronel<sup>4</sup>

Este artigo tem por objetivo verificar o grau de especialização setorial das exportações das Unidades da Federação (UFs) brasileiras, e como isso pode estar relacionado com a complexidade econômica dessas UFs. Levando-se em conta as características espaciais dessas variáveis, foi utilizado um painel espacial para o período 1998-2014. Para o cálculo da especialização setorial das UFs, foi utilizado o índice EXPY, criado por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007). Por sua vez, para a medida de complexidade econômica, foi utilizado o índice proposto por Hidalgo e Hausmann (2009), que se ajusta nas iterações entre diversificação das economias exportadoras e ubiquidade dos produtos exportados. Os principais resultados indicaram que existe dependência espacial, tanto no índice de complexidade econômica (ICE) quanto no índice de especialização setorial das UFs, bem como uma relação positiva entre a especialização em alta tecnologia e o ICE das UFs – indicando um efeito cíclico cumulativo entre UFs com maior complexidade econômica.

**Palavras-chave:** especialização; diversificação; complexidade econômica; painel de dados com dependência espacial.

## DEGREE OF SPECIALIZATION OF THE EXPORT BASKET AND ITS RELATIONSHIP WITH THE ECONOMIC COMPLEXITY OF THE BRAZILIAN FEDERATIVE UNITS

This paper aims to verify the degree of sectoral specialization of exports of Brazilian states, and how this can be related to the economic complexity of these states. Considering the spatial characteristics of these variables, a spatial panel was used for the period 1998-2014. For the calculation of sectorial specialization of the Brazilian states, the EXPY index created by Hausmann, Hwang, and Rodrik (2007) was used. Yet, for the measure of economic complexity, the index proposed by Hidalgo and Hausmann (2009) was used, which is based on the iterations between the diversification of exporting economies and the ubiquity of exported products. The main results indicated that there is spatial dependence, both in the economic complexity index (ECI) and in the sectoral specialization index of the UFs, as well as a positive relationship between the specialization in high technology and the ECI of the UFs – indicating a cumulative cyclical effect between UFs with greater economic complexity.

**Keywords:** specialization; diversification; economic complexity; panel data with spatial dependence.

**JEL:** F43; R11; C46.

---

1. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ppe51n3art3>

2. Doutorando em economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). *E-mail:* <felipeorsolin@gmail.com>.

3. Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento da Universidade Federal de Santa Maria (PPGE&D/UFSM). *E-mail:* <lc589@gmail.com>.

4. Professor do Departamento de Economia e Relações Internacionais da UFSM. *E-mail:* <daniel.coronel@uol.com.br>.

## 1 INTRODUÇÃO

Hausman, Hwang e Rodrik (2007) criaram um índice que relaciona a especialização ao nível de renda das economias (EXPY), considerando que países que apresentam uma estrutura de exportações compatível com a estrutura de países com maior renda tendem a apresentar maior crescimento no longo prazo. Dessa forma, essa abordagem considera que é possível ter uma noção de qual será o crescimento de um país por meio da especialização de sua cesta de exportações em produtos mais produtivos, sendo que, na medida de produtividade, é levada em conta a vantagem comparativa do produto e o nível de renda das economias que o exportam. Acredita-se que essa abordagem é útil para casos específicos em que as economias com maior renda são aquelas com maior diversificação produtiva, especializadas em produtos com maior elasticidade-renda da demanda e menos dependentes de poucas regiões consumidoras.

No entanto, em países não desenvolvidos, pode ocorrer o fenômeno conhecido como “armadilha da renda média”, em que o país atinge um certo nível de renda média, mas tende a ficar preso nesse nível e nunca realizar o processo de emparelhamento (*catching-up*) com as economias desenvolvidas. Brasil e África do Sul são os principais exemplos de países que, após a década de 1990, estão presos em uma armadilha da renda média (Kharas e Kohli, 2011; Glawe e Wagner, 2016). Dessa forma, o índice de especialização (EXPY), quando utilizado para regiões não desenvolvidas e com estrutura primário-exportadora, tende a indicar que uma economia apresenta alto índice EXPY por meio da exportação de produtos não industriais e de baixo valor agregado, pois muitas economias apresentam vantagem comparativa e um nível médio de renda propiciado pela exportação dessa categoria de produtos.

Como o índice EXPY leva em conta a produtividade dos produtos da cesta de exportação, sendo essa produtividade baseada tanto na vantagem comparativa do produto quanto no nível de renda das economias que exportam esses produtos, tem-se que a simples análise do índice EXPY, sem levar em conta diferentes setores tecnológicos, torna-se inválida para regiões não desenvolvidas.

Dessa forma, ao se trabalhar com o índice EXPY em nível estadual, como é proposto neste artigo, optou-se por levar em conta uma abordagem setorial, pois muitos estados apresentam um nível médio de renda, estando essa renda menos relacionada com a sofisticação e com a complexidade do estado e mais relacionada com a exploração de seus recursos naturais.

Existe uma gama de autores, tais como Imbs e Wacziarg (2003), Shafaeddin (2005) e Rodrik (2004;<sup>5</sup> 2010),<sup>6</sup> que consideram os benefícios de uma especialização

---

5. Disponível em: <<https://bit.ly/3trTe9Z>>.

6. Mais detalhes das diferenças teóricas entre essas abordagens estão na seção 2.

produtiva. No entanto, essa especialização não deve ocorrer de forma prematura, mas sim após um processo de diversificação da estrutura produtiva e quando a economia já alcançou um nível elevado de renda *per capita*. Caso contrário, a especialização, por mais que seja em produtos que são exportados por economias com maior renda, tal como tentou captar o índice de Hausman, Hwang e Rodrik (2007), pode ter efeitos contrários e não indicar a verdadeira sofisticação de uma economia, pois essa não é captada pela renda e sim pela complexidade dos seus produtos exportados, que está embutida no grau de qualificação das pessoas (capital humano), nas máquinas e nos equipamentos (capital físico) e na capacidade dos indivíduos em se conectar (capital social), e assim trocar informações (Hidalgo, 2015).

A partir da análise de redes, Hidalgo e Hausmann (2009) criaram um índice que permite medir o grau de complexidade econômica de um local, com base na estrutura produtiva de suas exportações. Esse índice leva em conta a diversificação de uma economia, que é a capacidade de exportar uma gama variada de produtos com vantagem comparativa, e a exclusividade (não ubiquidade) dos produtos que essa economia exporta. Dessa forma, uma economia complexa é aquela que apresenta uma cesta de exportações diversificada e com produtos exclusivos, que não são exportados por muitas outras economias.

Levando-se em conta todo esse contexto, este artigo tem por objetivo verificar o grau de especialização setorial das exportações das Unidades da Federação (UFs) brasileiras e como isso pode estar relacionado aos seus índices de complexidade econômica. Essa análise irá permitir um melhor entendimento do padrão estrutural e regional brasileiro, bem como um melhor entendimento da relação entre estrutura exportadora e complexidade econômica em nível estadual.

Nesse sentido, este artigo ressalta a importância dos fatores regionais e da composição das exportações sobre a complexidade da economia brasileira, e de que forma isso é capaz de influenciar o desenvolvimento econômico do país. O artigo é inovador por três fatores. O primeiro é por considerar a importância da análise desagregada, tanto em nível setorial quanto em nível geográfico. O segundo é por testar se um índice pensado para o nível macro, tal como é o índice EXPY, tem validade empírica para o nível micro. O terceiro está em considerar a dinâmica espacial, captada tanto no índice de complexidade econômica, ao realizar inúmeras iterações em uma análise de rede entre as UFs exportadoras e os produtos exportados, quanto na análise econométrica espacial.

O artigo está estruturado em cinco seções, sendo a seção 1 contemplada com esta introdução. A seção 2 apresenta o marco teórico e insere as exportações em um contexto de mudanças estruturais e regionais. A seção 3 apresenta a metodologia, incluindo os passos para o cálculo do índice de especialização, do

índice de complexidade, da análise exploratória de dados espaciais e do modelo econométrico espacial com dados em painel. Na seção 4, têm-se os resultados do índice de especialização, da análise exploratória de dados espaciais e do modelo econométrico espacial. Por fim, apresentam-se as conclusões do trabalho.

## 2 MARCO TEÓRICO: AS EXPORTAÇÕES E SUA DINÂMICA COM OS FATORES ESTRUTURAIS E REGIONAIS

Desde o século XVIII, pensadores como Adam Smith e David Ricardo já se preocupavam em estudar o crescimento econômico e tentar entender por que as economias apresentam distintas taxas de crescimento. Smith (1996) foi o pioneiro a formular o conceito de vantagens absolutas, ao considerar que um país deveria se dedicar à exportação de bens em que era mais produtivo.

Ricardo (1996) se baseou na abordagem de Smith e demonstrou que, mesmo se um país não apresentar vantagens absolutas na produção de um bem, ainda assim existirá possibilidade de comércio com outros países. Essa teoria de Ricardo se consagrou na literatura econômica como a teoria das vantagens comparativas, uma das clássicas do comércio internacional. Fundamentalmente, ela considera que, se um país se especializar na produção de bens em que detém vantagem comparativa, ele poderá obter divisas capazes de sustentar o seu crescimento econômico.

No entanto, a literatura sobre crescimento econômico avançou, ao considerar outros fatores que podem estar relacionados ao crescimento econômico, mas ainda não existe uma explicação consensual acerca das distintas taxas de crescimento alcançadas pelos países. Para Krueger (1998), isso decorre da maior abertura comercial dos mercados; North (1981) e Acemoglu, Johnson e Robinson (2001) entendem que a dinâmica do crescimento deve ser buscada nas origens do processo de colonização; Krugman (1991) e Sachs (2003) consideram que a localização e os fatores geográficos são fatores importantes na determinação do crescimento; Lucas Junior (1988) e Romer (1986) associam o crescimento com o acúmulo de capital humano; para Stiglitz (2000), Chang (2002) e Bresser-Pereira (2006), a qualidade das instituições é fundamental na alavancagem do crescimento; por fim, alguns autores, como Diamond (1965) e Kuznets (1955), consideram que as diferenças no crescimento estão relacionadas às mudanças populacionais e ao processo de transição demográfica.

Sob outra perspectiva, Kaldor (1957; 1978), Balassa (1978), Thirlwall (1979) e Feder (1983) relacionaram a dinâmica do setor exportador como um dos principais meios para se alcançar maior crescimento econômico. Para esses autores, é válida a hipótese de que as exportações têm a capacidade de induzir o crescimento econômico de um país (*export-led growth*). Segundo Balassa (1978), a política de exportações orientada para o crescimento fornece incentivos para vendas, tanto no

mercado interno quanto no externo, o que permite maior utilização da capacidade instalada e melhorias tecnológicas em resposta à concorrência no mercado externo.

Kaldor enfatiza a importância fundamental que o setor industrial tem para gerar inovações e cria um conjunto de proposições que ficaram conhecidas como leis de Kaldor. Nessas leis, são observadas relações positivas entre o crescimento da indústria e o crescimento do produto; o crescimento da produtividade e o crescimento do setor industrial; o crescimento das exportações e o crescimento do produto. Por fim, considera-se que o crescimento de longo prazo não está restringido pela oferta agregada, mas pela demanda (Thirlwall, 1983).

Thirlwall (1979) considera que a demanda externa é importante para dinamizar uma economia, e elaborou um modelo que testa a hipótese de que o crescimento econômico de um país é restringido pelo desempenho do seu balanço de pagamentos. Para o autor, a taxa de crescimento das exportações, dividida pela elasticidade-renda da demanda por importações, pode ser um bom preditor do crescimento econômico de um país.

O modelo de Feder (1983) difere dos anteriores, pois se ampara no arcabouço teórico neoclássico de que o produto interno bruto (PIB) e as exportações estão diretamente relacionados, sem que um ocorra primeiro, ou seja, as exportações influenciam o crescimento e o crescimento influencia as exportações, sendo um processo de retroalimentação. O autor também considera que essa relação não acontece somente de forma direta, mas também de forma indireta, de modo que a diversificação produtiva, os ganhos de escala e a maior utilização da capacidade exportadora podem induzir o crescimento de maneira indireta, o que não ocorre com o setor não exportador.

Analisando no âmbito regional, alguns autores se destacaram em verificar a relação entre as transformações do processo produtivo em uma ótica de crescimento e de desenvolvimento econômico. Os principais a tratarem desse assunto foram Rosenstein-Rodan (1961), Hirschman (1958) e Krugman (1991).

Rosenstein-Rodan (1961) foi pioneiro em tratar o contexto de desenvolvimento equilibrado e, sem negar a relevância do setor primário, destacou a importância da industrialização para o alcance do desenvolvimento econômico. Para ele, não é viável empregar todo o pessoal em uma única empresa, pois, assim, não haveria mercado consumidor, de modo que o ideal seria que ocorressem incentivos para se investir nas diferentes esferas industriais mediante um grande esforço integrado (*big push*) para se conseguir realizar o crescimento equilibrado.

No entanto, Hirschman (1958) considera que o crescimento deveria ser do tipo “desequilibrado”. Para o autor, existe uma grande necessidade de capital para que haja o investimento em grande escala. Em sua visão, para que pudesse haver

desenvolvimento, o investimento deveria ser feito em um único empreendimento, diferentemente do que preconizou Rosentein-Rodan (1961). Ou seja, a expansão de uma indústria pode gerar externalidades que irão beneficiar outros agentes que estão indiretamente ligados a ela.

Nesse sentido, Krugman (1991) trabalhou com o conceito conhecido como nova geografia econômica e com as características da distribuição das atividades industriais no espaço. O autor considerou que, para realizar economias de escala e minimizar custos de transporte, empresas tendem a localizar-se em regiões com maior demanda, o que, com o passar do tempo, tenderá a gerar uma concentração da atividade em determinada região.

Trabalhos de autores que tratam de modelos de crescimento restrito ao balanço de pagamentos, como Thirlwall (1979; 2005), Thirlwall e McCombie (1994) e Araújo e Lima (2007), consideraram que as diferenças nas estruturas produtivas de um país podem fazer com que este siga trajetórias diferentes no futuro. Assim, se um país se especializar em produtos de tecnologia estagnada, isso pode fazer com que ele perca competitividade em seu processo produtivo.

A maioria dos autores estruturalistas enfatizam a importância da industrialização como motor do crescimento econômico. Gala *et al.* (2017) consideram que a vertente estruturalista define desenvolvimento econômico como uma transformação radical da estrutura produtiva das economias que caminham para uma produção sofisticada.

Há uma abordagem teórica cujos principais autores são Imbs e Wacziarg (2003), Shafaeddin (2005) e Rodrik (2010), os quais propõem uma visão diferente, tanto do lado clássico (ortodoxo) como do lado heterodoxo. De modo geral, a visão ortodoxa defende que deve haver uma especialização em setores em que uma economia é mais produtiva e que apresenta vantagens comparativas, pois isso está relacionado a ganhos de escala. A visão heterodoxa, no entanto, considera que a forma como ocorre essa especialização é de extrema importância para o desenvolvimento de uma economia.

Nesse sentido é que Imbs e Wacziarg (2003) concordam, em parte, com as duas visões citadas anteriormente. Esses autores estudaram um grande grupo de países em vários períodos no tempo e, como resultados, encontraram que a especialização e a diversificação ocorrem em pontos diferentes do desenvolvimento. Ou seja, para eles, uma economia ainda não desenvolvida deve diversificar sua estrutura produtiva até alcançar determinado nível de renda, para depois se especializar no que apresenta vantagem comparativa.

Na mesma linha, Shafaeddin (2005) considera que a especialização prematura, ou seja, quando o país ainda não atingiu um nível elevado de renda

e nem apresenta uma estrutura produtiva diversificada, pode trazer impactos negativos em termos de desenvolvimento econômico.

Rodrik (2010) argumenta que a maioria dos cursos de doutorado em economia na América do Norte induz ao pensamento de que a diferença entre os países ricos e pobres é que os primeiros optaram por aproveitar suas vantagens comparativas, ou seja, destinar recursos e se especializar em produtos dos quais já têm vantagens em relação a outras economias. Essa questão foi bastante discutida por Chang (2002), ao analisar o desenvolvimento histórico das economias e constatar que os países desenvolvidos não teriam alcançado um nível de desenvolvimento satisfatório se tivessem, no passado, adotado as políticas que, no período atual, eles consideram ideal para os países subdesenvolvidos.

Também, levando-se em conta as mudanças estruturais e as características produtivas, estudos mais recentes discutem a importância da diversificação produtiva no contexto de que uma economia diversificada é uma economia mais complexa. Entre esses, podem-se destacar os trabalhos de Hausmann e Hidalgo (2010; 2011), Felipe *et al.* (2012), Caldarelli *et al.* (2012), Hausmann *et al.* (2014), Cristelli, Tacchella e Pietronero (2015), Gala (2017) e Hartmann *et al.* (2017). Para esses autores, a complexidade de uma economia está relacionada com a quantidade de conhecimento que nela existe, sendo essa expressa na sua diversidade produtiva, ou seja, no número de produtos e serviços distintos que a economia realiza.

Hausmann *et al.* (2014) exemplificam o conceito de complexidade econômica, tratando-a como uma medida da mistura de mercadorias que uma economia é capaz de produzir. Alguns grupos de bens, como os dos setores de aviação e farmacêutico, exigem conhecimentos avançados para serem produzidos e, então, possuem maior capacidade de relacionamento com outros setores através de redes de organizações. Enfim, esses produtos necessitam estar em economias mais diversificadas e com participação em setores de maior tecnologia, pois eles dependem da cadeia produtiva para viabilizar a sua produção.

Entretanto, é importante destacar que não é tão simples ter as exportações diversificadas e com participação em produtos de maior valor agregado, uma vez que setores de maior intensidade tecnológica não apresentam vantagens comparativas na maioria das economias de renda média, sendo que a diversificação gera incertezas por parte de investidores e, também, um alto custo de oportunidade para os potenciais ingressantes no mercado.

Esse dilema na escolha do investidor entre especializar em produtos de baixo valor agregado e diversificar a estrutura produtiva pode ser mais bem definido por Rodrik (2010), visto que economias ainda não desenvolvidas, como é o caso do Brasil, não investem em produtos sofisticados e de maior intensidade tecnológica por medo de não atingirem os mesmos lucros obtidos com a exportação de produtos

em que detêm vantagens comparativas. Para o autor, se um investimento inovador em produtos de alta intensidade tecnológica gerar lucros, esses serão socializados, visto que outros investidores irão segui-lo, mas, se o empreendimento fracassar e o investidor inovador tiver perdas, essas serão somente dele. Estando os investidores cientes disso, acabam por não investir em ramos industriais de maior valor agregado e maior conteúdo tecnológico, por medo de não alcançar os lucros desejados.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Índice de produtividade implícita do produto (PRODY) e especialização associado ao nível de renda (EXPY) da cesta de exportações

Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) criaram uma metodologia que permite mensurar a produtividade e o grau de especialização da cesta de exportações de uma economia, a qual foi adaptada para atender ao interesse da presente pesquisa. O cálculo da produtividade implícita do produto (PRODY) se dá através de uma média ponderada da renda *per capita* de cada UF, em que o ponderador é o índice de vantagem comparativa revelada (IVCR), criado por Balassa (1965), conforme mostra a equação (1):

$$PRODY_K = \sum_j \frac{\left(\frac{x_{jk}}{x_j}\right)}{\left(\frac{\sum_j x_{jk}}{\sum_j x_j}\right)} Y_j, \quad (1)$$

em que,  $PRODY_K$  é a produtividade implícita do produto  $k$ ;  $x_{jk}$  se refere à exportação do produto  $k$  na UF  $j$ ;  $x_j$  se refere à exportação total da  $j$ -ésima UF e  $Y_j$  à renda *per capita* da UF  $j$ . Dessa forma, o numerador  $(x_{jk}/x_j)$  representa a participação de determinada mercadoria na cesta de exportações da respectiva UF; e o denominador  $\frac{\sum_j x_{jk}}{\sum_j x_j}$  representa a participação dessa mesma mercadoria na cesta de exportações do país. A soma  $(\sum_j)$  da ponderação da renda *per capita* pelo IVCR de determinado produto, para todas as UFs, corresponde à produtividade implícita do produto no país.

Por seu turno, o grau de especialização da cesta de exportações (EXPY) é obtido através do somatório da participação de cada produto na cesta de exportações de cada UF, multiplicado pela produtividade implícita (PRODY) do respectivo produto no país. O índice EXPY pode ser mais bem demonstrado na equação (2):

$$EXPY_{jt} = \sum_K \frac{x_{jkt}}{x_{jt}} PRODY_K, \quad (2)$$

em que,  $EXPY_{jt}$  é o índice de especialização das exportações associado ao nível de renda da UF  $j$  no período  $t$ ;  $X_{jkt}$  é a exportação do produto  $k$  na UF  $j$  e no tempo  $t$ ; e  $X_{jt}$  é a exportação total da UF no tempo  $t$ .

### 3.2 Índice de complexidade econômica

O índice de complexidade econômica parte do IVCR, tal como já apresentado na equação (1). A diferença é que, na equação (3), o índice não é ponderado pela renda *per capita* de cada UF:

$$IVCR_{jk} = \frac{\left(\frac{x_{jk}}{x_j}\right)}{\left(\frac{\sum_j x_{jk}}{\sum_j x_j}\right)}. \quad (3)$$

Partindo do IVCR, Hidalgo e Hausmann (2009) consideram que o produto complexo é aquele que é não ubíquo e que está inserido dentro de uma economia com diversificação produtiva. Ou seja, o produto deve apresentar vantagem comparativa em poucas UFs (não ubiquidade) e, por sua vez, essas UFs devem ter vantagem comparativa em uma grande quantidade de produtos (diversificação). Assim, o método que permite verificar a diversificação e a ubiquidade é apresentado nas equações (4) e (5):

$$k_{e,0} = \sum_{p=1}^N M_{ep}. \quad (\text{Diversificação}) \quad (4)$$

$$k_{p,0} = \sum_{e=1}^N M_{ep}. \quad (\text{Ubiquidade}) \quad (5)$$

Aqui,  $e$  representa cada UF;  $p$  representa a categoria de produtos, classificada no quadro A.2 do apêndice A; e  $M_{ep}$  representa a matriz de vantagem comparativa de produtos e UFs com valores 1 e zero, a depender da existência ou não de vantagem comparativa.

Desse modo, a complexidade de uma economia pode ser dada por meio da diversidade e da exclusividade dos produtos que ela exporta. Porém, as equações (4) e (5) fornecem somente informações sobre a estrutura da rede das UFs e dos produtos. Para se chegar ao índice, é necessário proceder ao método de reflexão, que consiste na iteratividade do valor médio das medidas, conforme mostram as equações (6) e (7). Assim, a complexidade econômica de determinada economia será maior ainda se essa tiver VCR em produtos que poucas outras economias tenham VCR e, também, se essas outras (economias tiverem as exportações diversificadas, ou seja, com VCR em grande quantidade de produtos.

$$k_{e,n} = \frac{1}{k_{e,0}} \sum_{p=1}^N M_{ep} k_{p,n-1}. \quad (6)$$

Na equação (6),  $k_{e,n}$  consiste na ubiquidade média dos produtos exportados pela UF  $E$  na iteração  $n$ .

$$k_{p,n} = \frac{1}{k_{p,0}} \sum_{e=1}^N M_{ep} k_{e,n-1} . \quad (7)$$

Na equação (7),  $k_{p,n}$  corresponde à diversificação média da UF que exporta o produto  $P$  na iteração  $n$ . Partindo das UFs ( $k_{e,n}$ ), as iterações com  $n$  partindo de zero para números pares ( $k_{e,0}$ ;  $k_{e,2}$ ;  $k_{e,4}$ ;  $k_{e,8}$ ) estão mais ligadas à diversificação e as iterações ímpares ( $k_{e,1}$ ;  $k_{e,3}$ ;  $k_{e,5}$ ;  $k_{e,7}$ ) estão mais relacionadas com a ubiquidade.

### 3.3 Uma breve revisão de estudos que utilizaram o índice EXPY

De nosso conhecimento, o único trabalho que utilizou o índice EXPY especificamente para o Brasil foi o de Silva e Hidalgo (2016). No entanto, eles consideraram o índice EXPY como uma *proxy* de sofisticação, e tiveram por objetivo verificar as variáveis que podem ser determinantes do índice EXPY. Dessa forma, apesar de o objetivo desses autores ter sido bastante diferente dos objetivos do trabalho aqui apresentado, observaram-se alguns pontos em comum nos resultados, tais como o aumento da produtividade dos bens primários e a deterioração das exportações brasileiras em produtos de alta intensidade tecnológica.

Usando uma classificação por níveis de intensidade tecnológica, Jarreau e Poncet (2009) analisaram, entre os anos de 1997 a 2007, a evolução do índice EXPY das exportações chinesas. Como resultados, encontraram que o setor de transformação foi o que apresentou maior índice EXPY e que a China apresentou um nível de especialização muito alto, se comparado ao seu nível global de desenvolvimento.

Por intermédio de uma base de dados semelhante à de Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), Minondo (2010) desenvolveu, para os anos de 1999 a 2001, um indicador que incorpora as diferenças na qualidade (baixa, média e alta) de cada categoria de produtos. O autor encontrou que não deve ser levada em conta somente a produtividade do produto, pois o crescimento econômico pode ocorrer de forma mais sustentada e de maneira mais rápida por meio da especialização em produtos de maior qualidade. Por meio de uma análise comparativa do desempenho e da estrutura da especialização das exportações do Brasil e de alguns países emergentes, tais como China, Coreia do Sul, México, Rússia e Índia, entre os anos de 1996 a 2007, Kume, Piani e Miranda (2012) verificaram que o índice EXPY das exportações do Brasil aumentou no período 1996-2000, mas manteve-se constante nos anos posteriores.

Rubin e Waquil (2013) investigaram o nível de produtividade implícita das exportações de cada produto do agronegócio e a especialização das exportações do agronegócio para os países do Cone Sul (Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e

Uruguai) entre 1992 e 2009. Os autores verificaram que, quanto mais especializada a pauta de exportação dos produtos do agronegócio nos países do Cone Sul, maiores são os efeitos de crescimento do nível de renda desses países.

Silva e Batista (2015) utilizaram o Índice de Similaridade e o Índice de Especialização das exportações, entre os anos de 2000 e 2011, para os países do Cone Sul, e verificaram que a especialização do Brasil, da Argentina e do Uruguai foi maior que a dos outros países dessa região. Porém, de uma forma geral, a média do índice EXPY dos países do Cone Sul ficou abaixo da média mundial.

O quadro A.1 (apêndice A) sintetiza os principais estudos, já citados, que utilizaram a metodologia criada por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007).

Diferentemente da proposta de todos os autores citados nesta seção, no presente trabalho não se irá considerar o índice EXPY como *proxy* da sofisticação, mas sim testar em que condições esse índice pode representar a real sofisticação da estrutura produtiva e, assim, ser considerado um bom preditor do crescimento futuro da economia. A subseção 3.4 aborda a análise exploratória de dados espaciais (Aede) com o propósito de elucidar o método aqui utilizado.

### **3.4 Análise exploratória de dados espaciais**

A econometria espacial é um ramo relativamente recente dos estudos econométricos e se destaca como importante para a compreensão de alguns fenômenos da ciência econômica e de outros aspectos sociais (Anselin, Florax e Rey, 2013). A diferença entre a econometria convencional e a econometria espacial está no fato de essa última incorporar, na análise de regressão, os efeitos espaciais.

Um dos primeiros efeitos de um modelo espacial está relacionado à sua dependência, que é a interação dos indivíduos de uma amostra nos diversos locais analisados. Ou seja, essa área da econometria verifica se existe dependência espacial entre as variáveis, de modo que regiões mais próximas podem ter maior influência sobre tais variáveis do que regiões mais distantes. Esse fenômeno é conhecido como dependência espacial, e ocorre quando uma variável de interesse em uma região sofre influência das regiões vizinhas.

A análise de regressão linear está pautada em alguns pressupostos, e um deles é de que ocorre independência dos termos de erro aleatório, o que pode implicar viés das estimativas, se for verificado que as variáveis da regressão estão autocorrelacionadas no espaço. A própria econometria espacial tem relação com a ideia de complexidade, pois leva em conta a interdependência entre os locais, ou seja, uma região pode sofrer influência de regiões vizinhas e, por sua vez, os vizinhos dos vizinhos dessa região podem influenciá-la de algum modo, e assim por diante.

Dentro do escopo da econometria espacial, existe uma área que coleta técnicas para descrever e visualizar as distribuições espaciais. Essa parte da econometria espacial é chamada de análise exploratória de dados espaciais. Recomenda-se que, antes de se estimar um modelo de econometria espacial, seja feita uma análise exploratória, para se conhecer qual é a estrutura do processo espacial e selecionar o modelo mais apropriado.

O primeiro passo de uma Aede é verificar se os valores de uma região dependem dos valores de outra. Para isso, faz-se uma análise para verificar se existe autocorrelação espacial, usando-se a estatística  $I$  de Moran, como especificado na equação (8); porém, as estatísticas  $C$  de Geary e  $G$  de Getis-Word também podem ser utilizadas como medidas de autocorrelação espacial. Assim,

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}, \quad (8)$$

em que,  $n$  representa as regiões;  $z$ , as variáveis;  $w_{ij}$ , a matriz de ponderação espacial referente às regiões  $i$  e  $j$ . De um modo geral, o  $I$  de Moran é a relação da covariância pela variância dos dados (Almeida, 2012). Sabater, Tur e Azorín (2011) destacam que a média teórica do  $I$  de Moran é dada por  $E(I) = [-1/(n-1)]$ , sendo que valores acima da média indicam autocorrelação positiva e valores abaixo indicam autocorrelação negativa.

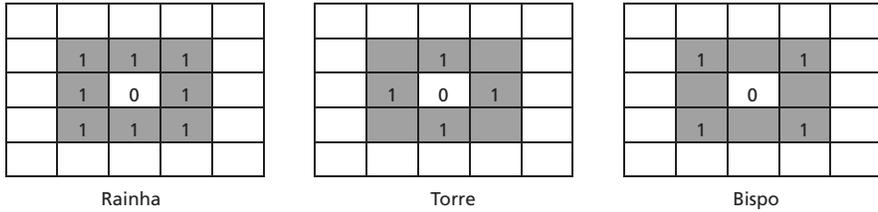
Se for indicada autocorrelação espacial, é sinal de que ocorre similaridade entre os valores em determinadas regiões. Caso contrário, uma região não apresenta influência sobre a outra (Almeida, 2012).

Para verificar a existência de autocorrelação espacial, é necessário que se tenha uma matriz de pesos espaciais, e essa está relacionada ao conceito de fronteira geográfica, conforme demonstrado na equação (9). Este conceito pode ser definido por intermédio de algumas convenções de contiguidade, como é o caso da torre, da rainha e do bispo, fazendo alusão a um jogo de xadrez.

$$W_{ji} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ são contíguos} \\ 0 & \text{se } i \text{ e } j \text{ não são contíguos} \end{cases} \quad (9)$$

Conforme a figura 1, a convenção de contiguidade conhecida como *torre* leva em conta somente os vizinhos que fazem fronteira física com a região em análise. A convenção conhecida como *rainha* leva em conta as regiões que fazem fronteira física e os vértices. Por fim, a convenção conhecida como *bispo* leva em conta somente os vértices (Anselin e Rey, 2014).

FIGURA 1  
Convenções de contiguidade



Elaboração dos autores.

Outra alternativa para se verificar a existência de aleatoriedade (ausência de autocorrelação) espacial é por meio do diagrama de dispersão de Moran, que apresenta a defasagem da variável de interesse no eixo vertical e a variável sem defasagem no eixo horizontal. Esse diagrama é dado através de dispersão de pontos (regiões, estados, cidades etc.) a partir de uma reta linear. O coeficiente da reta pode ser positivo ou negativo, indicando se uma possível correlação é positiva ou negativa, respectivamente.

O coeficiente  $I$  de Moran é dividido em quadrantes que representam a associação linear entre as variáveis. Cada quadrante representa uma característica dos dados, que pode ser do tipo alto-alto (AA), baixo-alto (BA), baixo-baixo (BB) e alto-baixo (AB) (Almeida, 2012). Se a região em análise estiver no quadrante AA, é sinal de que tanto ela quanto seus vizinhos apresentam valores altos, ou seja, acima da média. Se estiver no quadrante BA, é sinal de que a região apresenta valores baixos e as regiões vizinhas apresentam valores altos. Se for BB, significará que tanto a região analisada quanto seus vizinhos apresentam valores abaixo da média. Porém, se os vizinhos tiverem valores baixos e a região em análise tiver valores altos, essa estará no quadrante AB.

A autocorrelação espacial também pode ser verificada entre duas variáveis (bivariada). Utiliza-se a forma bivariada quando se tem por objetivo verificar se os valores da variável em uma região estão associados aos valores de outra variável em regiões vizinhas. De um modo geral, os pressupostos da forma univariada e bivariada continuam os mesmos, porém leva-se em conta uma variável em relação à outra, tanto no diagrama de dispersão quanto no agrupamento. Por exemplo, o quadrante AA indicará que uma variável apresenta altos valores em uma região e outra variável apresenta altos valores em regiões vizinhas.

A autocorrelação dos dados em geral, conhecida como autocorrelação global, pode ocultar padrões locais, pois pode não existir autocorrelação global dos dados em virtude da grande quantidade de regiões, mas pode existir autocorrelação somente em algumas regiões específicas, fenômeno conhecido como autocorrelação

espacial local. A estatística de Moran também pode ser utilizada para verificar a existência desse tipo de autocorrelação por intermédio do local indicators of spatial association (Lisa), que ajusta e mescla informações do diagrama de dispersão do  $I$  de Moran e do mapa de significância de associação local.

### 3.5 Modelo econométrico espacial

O modelo simples, representado por mínimos quadrados ordinários (MQO) e sem considerar a autocorrelação espacial, pode ser representado da seguinte forma:

$$y = X\beta + \varepsilon, \quad (10)$$

em que,  $y$  é um vetor com os dados da variável dependente,  $X$  é uma matriz de  $n \times k$  regressores, e  $\varepsilon$  representa o termo estocástico. Considerando-se essa formulação e supondo-se não autocorrelação espacial, o modelo proposto neste artigo pode ser apresentado da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \ln ICE_i = & \beta_0 + \beta_1 \ln EXPYALTA_i + \beta_2 \ln EXPYMEALTA_i \\ & + \beta_3 \ln EXPYMEBAIXA_i + \beta_4 \ln EXPYBAIXA_i \\ & + \beta_5 \ln EXPYNÃOINDUSTRIAIS_i + \varepsilon_i, \end{aligned} \quad (11)$$

em que,  $i$  representa os estados brasileiros e o Distrito Federal, com  $i = 1 \dots 27$ ; ICE é o índice de complexidade econômica das UFs brasileiras; *EXPYALTA*, *EXPYMEALTA*, *EXPYMEBAIXA*, *EXPYBAIXA* e *EXPYNÃOINDUSTRIAIS* representam a especialização das categorias de produtos classificados em intensidades tecnológicas (alta, média-alta, média-baixa, baixa e não industriais, respectivamente); e  $\varepsilon$  representa o termo de erro do modelo.

A diferença do modelo linear para o modelo econométrico espacial é a inclusão de uma matriz espacial, ou seja, o modelo linear não incorpora nenhuma defasagem espacial e desconsidera que alguma variável explicativa esteja correlacionada com o termo de erro aleatório. Além disso, *a priori*, é importante verificar se o modelo espacial é autocorrelacionado no termo de erro (SEM), na variável dependente (SAR), ou tanto na variável dependente quanto nas variáveis explicativas (*spatial Durbin model* – SDM), simultaneamente. Ao desconsiderar o efeito espacial e a forma da autocorrelação espacial, a estimação pode gerar parâmetros viesados.

No modelo SAR de defasagem espacial, leva-se em conta que a dependência espacial pode ser captada por meio da estimação de um coeficiente com a variável dependente defasada espacialmente. No modelo de erro autorregressivo espacial, a dependência ocorre no resíduo. Por sua vez, no SDM, é levado em conta que a dependência pode ocorrer tanto na variável dependente defasada quanto nas variáveis explicativas defasadas espacialmente.

Os procedimentos para a estimação de uma simples regressão *cross-section* são detalhados em Florax, Folmer e Rey (2003). Conforme esses autores, após estimar o modelo por MQO, deve ser observado o multiplicador de Lagrange por defasagem ( $ML\rho$ ) e o multiplicador de Lagrange por erro ( $ML\lambda$ ). Se ambos ( $ML\rho$  e  $ML\lambda$ ) forem não significativos, considera-se que o modelo MQO é o que apresenta melhor especificação. Se somente  $ML\rho$  for significativo, deve-se estimar o modelo SAR, e se somente  $ML\lambda$  for significativo, deve-se estimar o modelo SEM. Caso ambos ( $ML\rho$  e  $ML\lambda$ ) sejam significativos, deve-se estimar o modelo que apresentou maior significância. Por fim, se houver significância estatística, tem-se a opção de estimar o modelo SARMA, que leva em conta a defasagem espacial da variável dependente e o erro local.

Antes de proceder à estimação do modelo econométrico propriamente dito, faz-se necessário seguir alguns procedimentos estatísticos para verificar qual o modelo mais apropriado (MQO, SAR, SEM e SDM) e analisar alguns testes, como o *I* de Moran, Breusch-Pagan, Jarque-Bera e multicolinearidade.

O teste *I* de Moran é utilizado para verificar se existe autocorrelação espacial nos resíduos da regressão. A sua hipótese nula ( $H_0$ ) indica que os resíduos da regressão são distribuídos de forma aleatória no espaço. O teste de Breusch-Pagan permite verificar se existe heterocedasticidade no modelo, e sua hipótese nula ( $H_0$ ) indica distribuição normal dos resíduos, ou seja, que o modelo é homocedástico. Caso a hipótese de homocedasticidade seja rejeitada, alguns métodos, tais como o de momentos generalizados (GMM) e o uso de variáveis instrumentais, são indicados para deixar o modelo mais robusto.

O teste de Jarque-Bera permite verificar se os resíduos da regressão são normalmente distribuídos, tendo por hipótese nula que a variável em questão segue distribuição normal. Por fim, o teste de multicolinearidade verifica se as variáveis independentes possuem combinações lineares aproximadamente exatas entre si.

No entanto, se for verificado que o modelo apresenta uma dependência espacial, o método de estimação por MQO passa a ser viesado, sendo ideal a utilização da econometria espacial para que os modelos captem as possíveis influências das localidades que estão em seu entorno. A seguir, é feita uma pequena demonstração de cada um desses modelos.

No modelo de defasagem espacial (SAR), conforme mostra a equação (12),  $\rho$  é o coeficiente de defasagem autorregressivo espacial e  $Wy$  é um vetor de defasagens espaciais ( $n \times 1$ ). A restrição é que  $\rho$  se situe entre 1 e -1. Um valor de  $\rho$  positivo indica que um alto valor de  $y$  nas regiões vizinhas aumenta o valor de  $y$  na região  $i$  (Almeida, 2012).

A interpretação do modelo SAR deve ser cautelosa em decorrência da defasagem espacial, pois, para se obter o impacto de uma variável explicativa sobre uma variável dependente, deve-se levar em conta a seguinte fórmula:  $(1 - \rho)^{-1} \beta_k$

$$y = \rho W y + \varepsilon. \quad (12)$$

As equações (13) e (14) mostram o modelo de erro espacial (SEM). Conforme Almeida (2012), a intuição desse modelo é de que o padrão espacial é dado por efeitos não modelados devido à falta de medidas, que não são distribuídas de forma aleatória no espaço, mas que são autocorrelacionadas espacialmente.

$$y = X\beta + \mu. \quad (13)$$

$$\mu = \lambda W \mu + \varepsilon. \quad (14)$$

A equação (15) representa o modelo:

$$y = X + \lambda W \mu + \varepsilon, \quad (15)$$

em que,  $\lambda$  é o parâmetro do erro autorregressivo espacial que acompanha a defasagem  $W\mu$ .

A equação (16) representa o modelo de Durbin espacial (SDM). O modelo SDM considera que a dependência espacial é manifestada por duas formas, tanto pela defasagem da variável dependente quanto pelas variáveis independentes. A forma algébrica genérica do modelo SDM pode ser apresentada como mostra a equação a seguir:

$$y = \rho W y + X\beta + W X \tau + \mu, \quad (16)$$

em que,  $\rho$  é o parâmetro espacial escalar e  $\tau$  é um vetor de coeficientes espaciais. Outros modelos, tais como o regressivo cruzado espacial (SLX), o de defasagem espacial com erro de média móvel (SARMA) e o Durbin espacial do erro (SDEM), também estão presentes na literatura que leva em conta a dependência espacial, mas não serão tratados neste artigo.

Por seu turno, o modelo de dados em painel, além de considerar os procedimentos da abordagem *cross-section*, possibilita uma análise em diversos períodos ( $t$ ). Conforme Almeida (2012), a especificação geral de um modelo de dados em painel de efeitos fixos com dependência espacial pode ser apresentada da seguinte forma:

$$y_t = \alpha + \rho w_1 y_t + \lambda_t \beta + w_1 \lambda_t \tau + \zeta, \quad (17)$$

$$\xi = \lambda W_2 \xi_t + \varepsilon_t, \quad (18)$$

em que,  $\alpha$  representa a heterogeneidade não observada;  $W_1 y_t$  representa a defasagem espacial da variável dependente;  $W_1 X_t = (W_1 X_{1t}, \dots, W_1 X_{nt})$  são as

variáveis explicativas exógenas defasadas espacialmente;  $W_2\xi_t$  são os erros defasados espacialmente;  $\rho$  e  $\lambda$  são os parâmetros espaciais escalares e  $\tau$  é o vetor de coeficientes espaciais. Quanto ao modelo geral de efeitos aleatórios com dependência espacial, é colocado da seguinte forma:

$$y_t = \rho W y_t + X_t \beta + W X_t \tau + \xi. \quad (19)$$

$$\xi = \alpha + \lambda W \xi_t + \varepsilon_t. \quad (20)$$

A principal diferença está no componente específico  $\alpha$ , que agora é incluído no termo de erro. O procedimento de estimação de um modelo de dados em painel com dependência espacial, conforme Almeida (2012) e Belotti, Hughes e Mortari (2017), pode ser sintetizado da seguinte forma: inicialmente, utiliza-se o teste de Breush-Pagan, para se verificar se é relevante incorporar efeitos não observados no modelo; utiliza-se o teste Hausmann para descobrir se é mais apropriado utilizar o modelo de efeitos fixos ou efeitos aleatórios; estima-se o modelo indicado pelo teste Hausmann e testa-se a presença de dependência espacial no modelo pelo teste CD de Pesaran. Se houver dependência espacial, deverão ser estimados modelos de efeitos não observados com dependência espacial, levando-se em conta alguns critérios de especificação, tais como autocorrelação espacial e menor critério de informação.

### 3.6 Fonte e base de dados

No presente artigo, para a criação dos índices (EXPY e ICE), utiliza-se base de dados de exportações estaduais e o do PIB *per capita* das UFs. Os dados de exportações foram coletados no Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior (AliceWeb/Comex Stat/Secex) e os dados de PIB *per capita* foram coletados no *site* do IpeaData. O quadro A.2 (apêndice A) mostra as categorias de produtos analisados, bem como a intensidade tecnológica e a classificação em que cada categoria se insere. As exportações estão em dólares americanos (US\$), a valores correntes, e a série do PIB foi deflacionada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), medido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Uma breve apresentação da dinâmica da renda e dos índices de produtividade e de especialização das exportações das UFs brasileiras

A figura 2 apresenta os desvios-padrão das exportações por níveis de intensidade tecnológica e o PIB *per capita* das UFs, entre 1998 e 2014. A análise por desvio-padrão permite verificar a dispersão de determinada UF em relação à média. Quanto maior a tonalidade das cores da UF, representado na figura 2, maior é o seu desvio-padrão em relação às outras UFs, e a tonalidade mais branca retrata as UFs com desvios-padrão negativo.

**FIGURA 2**  
**Exportações por níveis de intensidade tecnológica e o PIB *per capita* das UFs (1998-2014)**

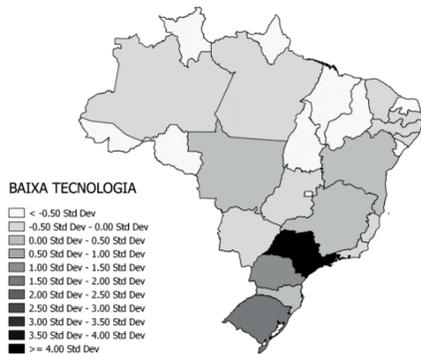
2A – Alta tecnologia

2B – Média-alta tecnologia



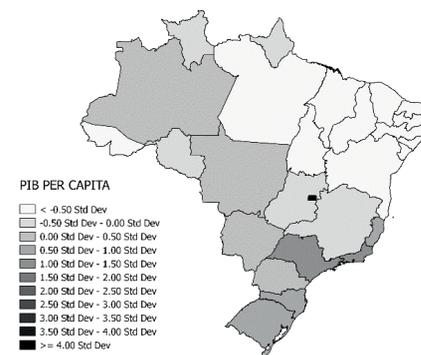
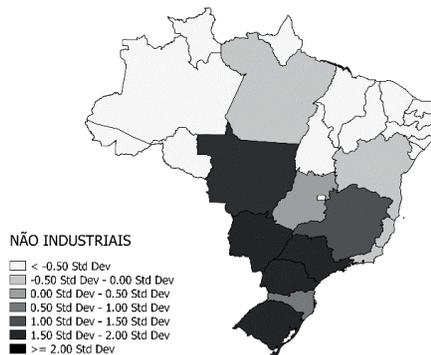
2C – Média-baixa tecnologia

2D – Baixa tecnologia



2E – Produtos não industriais

2F – PIB *per capita*



Fontes: Alice Web/Comex Stat (disponível em: <<https://bit.ly/3aC40JY>>; acesso em: jan. 2017) e Ipeadata, com base no software QGIS.

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Diferença por desvio-padrão.

2. Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A primeira ilustração da figura 2, que representa as exportações de alta tecnologia, conforme classificado no quadro A.2 (apêndice A), mostra que esse setor tem representatividade em poucos estados brasileiros, com destaque para São Paulo, que apresentou um desvio-padrão acima de 5, bem como os estados de Santa Catarina e do Amazonas, com desvios-padrão acima da média.

A segunda ilustração dentro da figura 2, que representa as exportações de média-alta intensidade tecnológica, revela que os estados das regiões Sul e Sudeste, bem como a Bahia, se destacam nas exportações desse setor. No entanto, observa-se que o valor exportado pelo estado de São Paulo está muito acima da média.

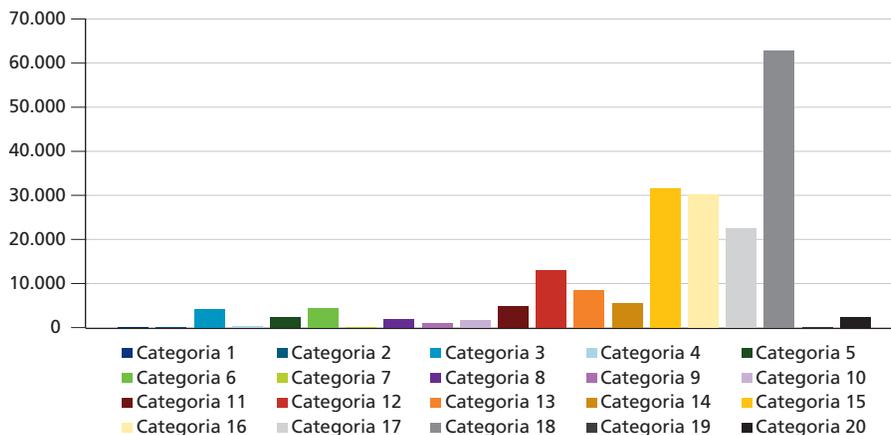
Por sua vez, o setor de média-baixa intensidade tecnológica é representado por uma quantidade maior de estados, com destaque para Rio de Janeiro, Bahia e Pará. O setor de baixa intensidade tecnológica está representado pelos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. No entanto, pode ser notado que a maioria dos estados apresentou alguma representatividade nesse ramo de atividade.

As exportações de produtos não industriais tiveram representatividade nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, com destaque para Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo.

O último mapa da figura 2 mostra o PIB *per capita* das UFs. O único em que se apresenta mais de quatro desvios-padrão em relação à média é o Distrito Federal, mas essa renda elevada está relacionada com outras questões, como a função administrativa que essa UF exerce, e não, propriamente, com a estrutura produtiva, o que pode até gerar alguma discrepância na análise do mapa. Pode ser visualizado que os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina também se destacam em termos de renda *per capita*. No entanto, foi observado que a região Nordeste – assim como os estados do Acre e do Pará – teve renda *per capita* bem abaixo da média do país.

O gráfico 1 mostra a especialização do Brasil, entre 1998 e 2014, para todas as categorias de produtos classificados no quadro A.2 (apêndice A). No gráfico 1, pode ser visto que o Brasil é altamente especializado em produtos não industriais e de baixa intensidade tecnológica, principalmente no que tange à categoria 15 (madeiras e seus produtos; papel e celulose), à categoria 16 (alimentos, bebidas e tabaco) e à categoria 18 (primários e agropecuários, sem processo industrial em fase final).

**GRÁFICO 1**  
**Especialização associado ao nível de renda (EXPY) das categorias de produtos exportados (1998-2014)**

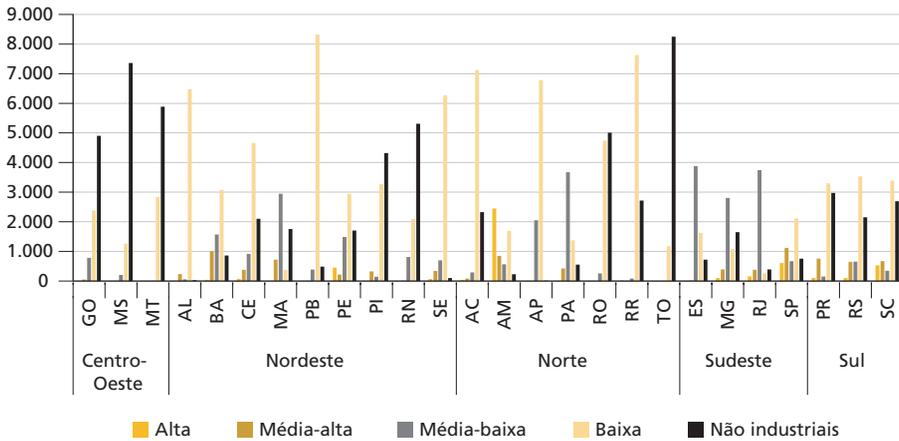


Elaboração dos autores, a partir dos resultados da pesquisa.

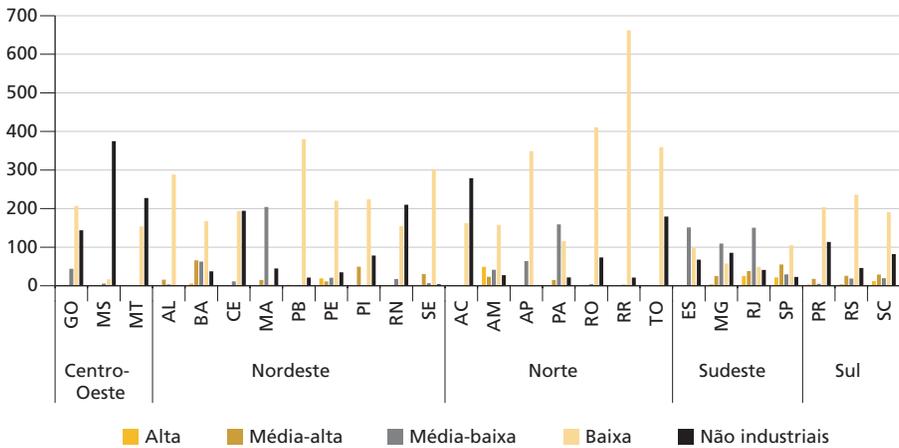
O gráfico 2 apresenta o índice de especialização para cada UF e para cada nível de intensidade tecnológica. A primeira ilustração do gráfico (2A) mostra a soma do índice nos anos de 1998 até 2014, e as outras duas ilustrações (2B e 2C) mostram o índice somente para os anos de 1998 e de 2014, respectivamente. De acordo com o gráfico 2, a grande maioria dos estados é especializada em produtos não industriais e de baixa intensidade tecnológica. O Amazonas foi o único que teve o setor de alta tecnologia como o mais especializado. Alguns estados, como São Paulo, Santa Catarina e Pernambuco, também apresentaram alguma especialização no setor de alta tecnologia.

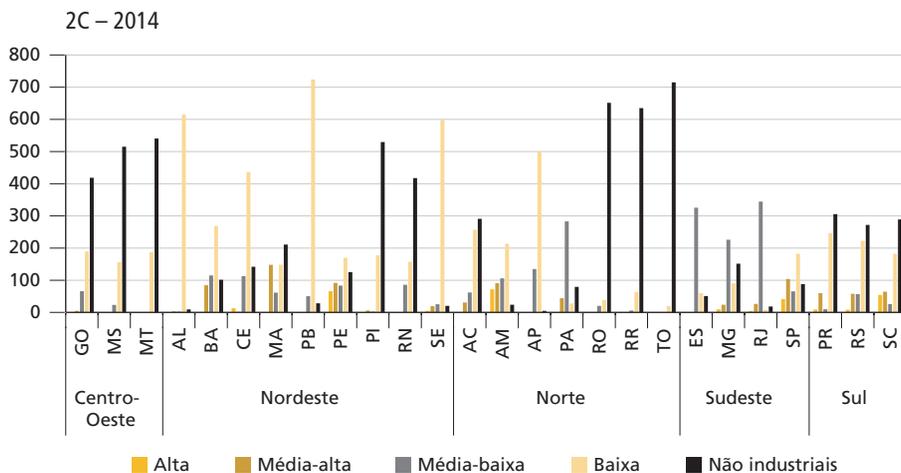
As exportações do setor de média-alta intensidade tecnológica não foram as mais especializadas em nenhum dos estados brasileiros. No entanto, alguns estados, como a Bahia, o Maranhão, o Amazonas, o Pará e os estados do Sul e do Sudeste, com exceção do Espírito Santo, apresentaram alguma especialização nas exportações desse setor, entre os anos de 1998 e 2014.

**GRÁFICO 2**  
**Índice de especialização (EXPY) de cada estado e para cada nível de intensidade tecnológica**  
 2A – 1998-2014



2B – 1998

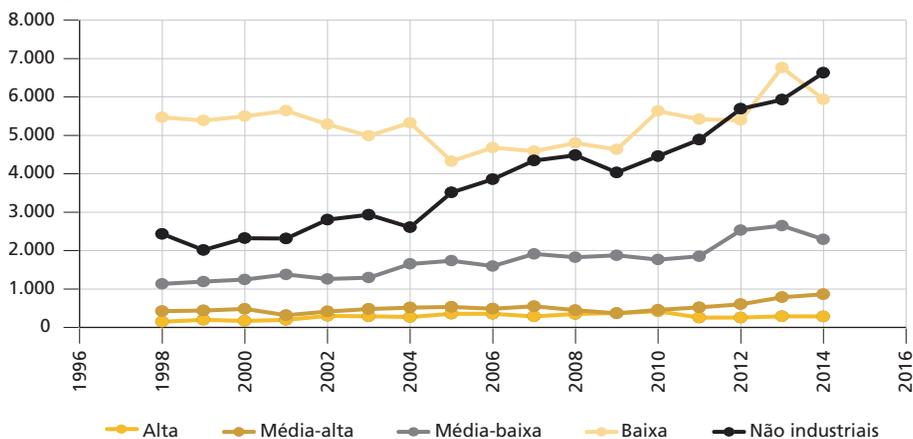




As duas últimas ilustrações do gráfico 2, que representam a especialização para os anos de 1998 e de 2014, respectivamente, revelam que vários estados perderam especialização no setor de baixa tecnologia e aumentaram a especialização no setor não industrial. Isso pode estar relacionado ao processo de reprimarização da pauta de exportações, que pode ser entendido como o processo de reversão da pauta exportadora em direção a produtos primários, conforme Oreiro e Feijó (2010).

O gráfico 3 mostra a evolução do índice de especialização por nível de intensidade tecnológica para o Brasil entre 1998 e 2014. Pode ser visualizado que, de 1999 para 2014, o setor de produtos não industriais e o de baixa intensidade tecnológica apresentaram índices de especialização quatro e duas vezes maior, respectivamente.

**GRÁFICO 3**  
**Evolução do índice de especialização (EXPY) por nível de intensidade tecnológica para o Brasil**



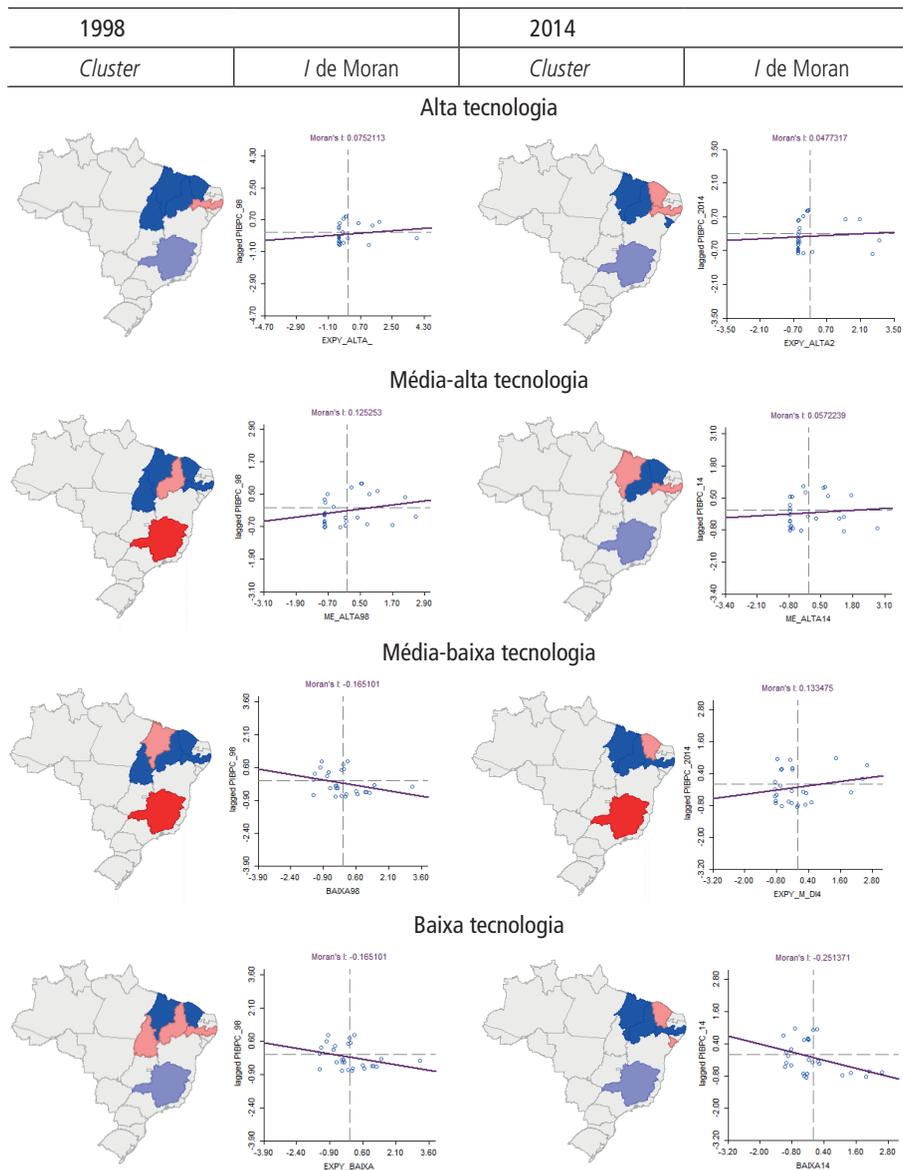
Elaboração dos autores, a partir dos resultados da pesquisa.

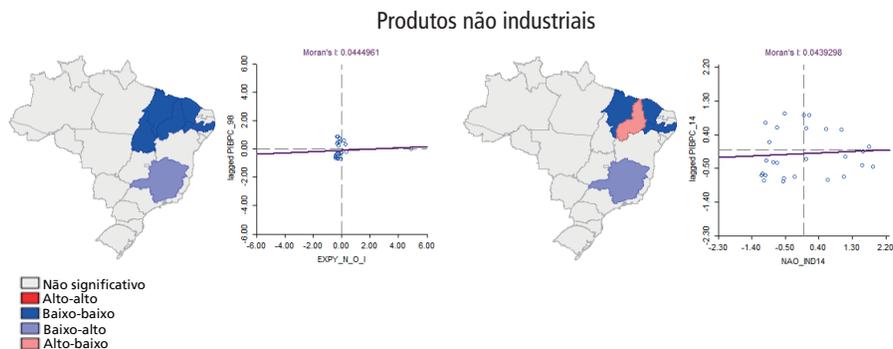
O aumento da especialização do setor não industrial, a partir de 2004, pode estar relacionado ao *boom* dos preços das *commodities* agrícolas no primeiro governo Lula e, também, com o cenário favorável da economia mundial, cujo PIB saltou de US\$ 34 trilhões para US\$ 63 trilhões entre os anos 2001 e 2008, conforme dados do Banco Mundial (2017). No entanto, não foram observados aumentos na especialização dos setores de alta e média-alta intensidade tecnológica.

#### 4.2 Aede

Ao se observar a renda e as exportações das UFs sob a perspectiva da Aede, elaborou-se a figura 3, a qual apresenta o *I* de Moran e o *cluster* bivariado da especialização de cada setor de intensidade tecnológica e do nível de renda das UFs para os anos de 1998 e de 2014. O índice de especialização está representado no eixo horizontal, e a renda *per capita*, no eixo vertical dos gráficos. A maioria dos estados do Nordeste, bem como os estados de Minas Gerais e Tocantins, foram os que apresentaram maior significância estatística.

**FIGURA 3**  
**Cluster** bivariado da especialização e do nível de renda e o *I* de Moran das UFs brasileiras (1998 e 2014)





Fontes: *Software* GeoDa e resultados da pesquisa.

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Por meio da análise do *I* de Moran, na figura 3, observa-se que a especialização nos setores de alta e média-alta intensidade tecnológica, bem como de produtos não industriais, apresentou relação positiva com a renda *per capita*. A relação positiva dos produtos não industriais com o nível de renda pode ser explicada pelo fato de a maioria das UF's ter representatividade nas exportações de produtos agropecuários,<sup>7</sup> sendo esse setor uma das principais fontes de renda em muitos estados. A especialização do setor de média-baixa tecnologia apresentou relação negativa com a renda no ano de 1998 e positiva no ano de 2014. Por fim, a especialização do setor de baixa tecnologia apresentou relação negativa com o nível de renda, tanto em 1998 quanto em 2014.

Passando para a análise dos *clusters*, na primeira ilustração da figura 4, foi observado que as exportações de alta tecnologia apresentaram significância estatística em alguns estados do Nordeste com padrão baixo-baixo (azul) e alto-baixo (rosa). O padrão baixo-baixo, observado nos estados do Piauí, do Pará, do Maranhão e do Tocantins, para o ano de 1998, indica que esses são pouco especializados em produtos de alta tecnologia e que possuem vizinhos com baixa renda *per capita*. O padrão alto-baixo observado em Pernambuco, no ano de 1998, indica que esse estado é altamente especializado na exportação de alta tecnologia e possui uma vizinhança com baixa renda *per capita*. O estado de Minas Gerais apresentou padrão baixo-alto, indicando que é pouco especializado em produtos de alta tecnologia, mas possui uma vizinhança com alta renda *per capita*.

7. Por meio dos dados da AliceWeb/Comex Stat (disponível em: <<https://bit.ly/3tr0bcd>>; acesso em: jan. 2017), classificados conforme o quadro A.2 deste artigo, foi observado que mais de 50% das exportações, nos anos de 1998 até 2014, dos estados de Rondônia, Roraima, Tocantins, Piauí, Rio Grande do Norte, e os estados da região Centro-Oeste, foram compostas por produtos não industriais.

Ainda para o setor de alta tecnologia, em 2014, foi observado que os estados do Piauí, de Sergipe e do Pará apresentaram padrão baixo-baixo, sendo pouco especializados nesse setor e com vizinhança de baixa renda *per capita*. Pernambuco e Ceará apresentaram padrão alto-baixo, sendo altamente especializados em alta tecnologia e com vizinhança de baixa renda *per capita*. Por fim, Minas Gerais apresentou padrão baixo-alto, indicando ser um estado com pouca especialização em produtos de alta tecnologia e com vizinhança de alta renda.

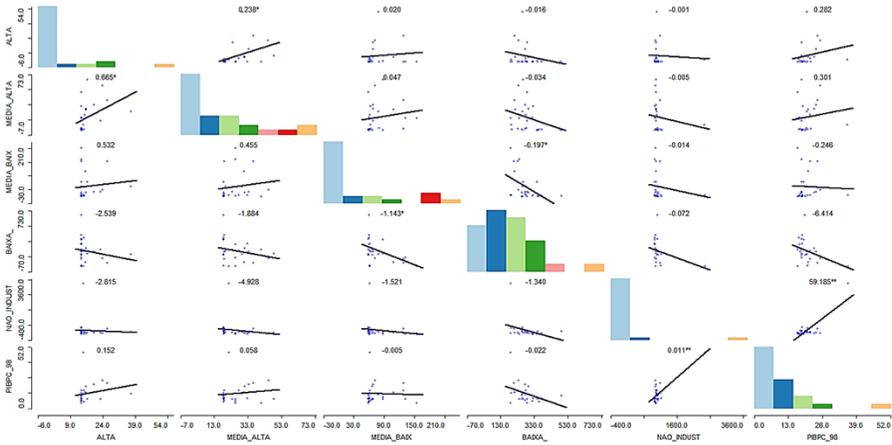
A mesma análise pode ser feita para os outros níveis de intensidade tecnológica. No entanto, algo importante a ser destacado é que, no ano de 1998, Minas Gerais e Piauí mostraram ser especializados nas exportações da categoria de média-alta tecnologia; Pará e Pernambuco apresentaram alta especialização no mesmo setor para o ano de 2014.

Para as exportações de média-baixa intensidade tecnológica, Minas Gerais e Pará se mostraram especializados no ano de 1998, enquanto Ceará e, novamente, Minas Gerais se apresentaram especializados na exportação desse tipo de produto em 2014.

No setor de baixa tecnologia, os estados do Tocantins, do Piauí e de Pernambuco se mostraram especializados em 1998; para o ano de 2014, os estados que apresentaram maior especialização nesse setor foram Ceará e Alagoas. Para os produtos não industriais, em 2014, foi visto que o Piauí apresentou padrão alto-baixo, ou seja, é altamente especializado na exportação desses produtos e tem uma vizinhança de baixa renda *per capita*.

Na figura 4, observa-se uma matriz de diagramas de dispersão que inclui a especialização dos cinco níveis de intensidade tecnológica e a renda *per capita* para o ano de 1998. Os diagramas devem ser analisados partindo-se do eixo das abscissas. A sequência das variáveis no eixo horizontal, partindo da esquerda para a direita, é a seguinte: especialização dos setores de alta, média-alta, média-baixa, baixa, produtos não industriais e, por último, a renda *per capita*. Essa sequência também está no eixo vertical, porém não começa da esquerda para a direita, mas de cima para baixo.

FIGURA 4  
**Scatter plot da especialização dos níveis de intensidade tecnológica e da renda *per capita* (1998)**



Elaboração dos autores.

Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Pode ser observado que a especialização dos setores de intensidade tecnológica alta, média-alta e de produtos não industriais (variáveis 1, 2 e 5, da esquerda para a direita, respectivamente, no eixo horizontal) apresentou relação positiva com o PIB *per capita* (primeira linha, de baixo para cima, do eixo vertical).

Ainda com base na figura 4, observa-se que a especialização das exportações de alta tecnologia (primeira variável no eixo horizontal) teve correlação positiva com o PIB *per capita* (primeira linha de baixo para cima, no eixo vertical) e com a especialização de média-baixa e de média-alta tecnologia (linhas 4 e 5, de baixo para cima, respectivamente). A especialização de média-alta tecnologia (segunda variável no eixo das abscissas), no ano de 1998, além de apresentar relação positiva com o PIB *per capita*, também apresentou relação positiva com a especialização dos setores de média-baixa e de alta tecnologia.

No entanto, os produtos não industriais apresentaram relação negativa com outros níveis de intensidade tecnológica. Ou seja, observa-se que existe maior relação entre a especialização dos setores de maior intensidade tecnológica, de modo que o aumento da especialização de um setor acaba por influenciar o outro, o que não ocorre com os setores não industriais e de baixa tecnologia, que não apresentaram relação positiva com nenhum dos outros setores.

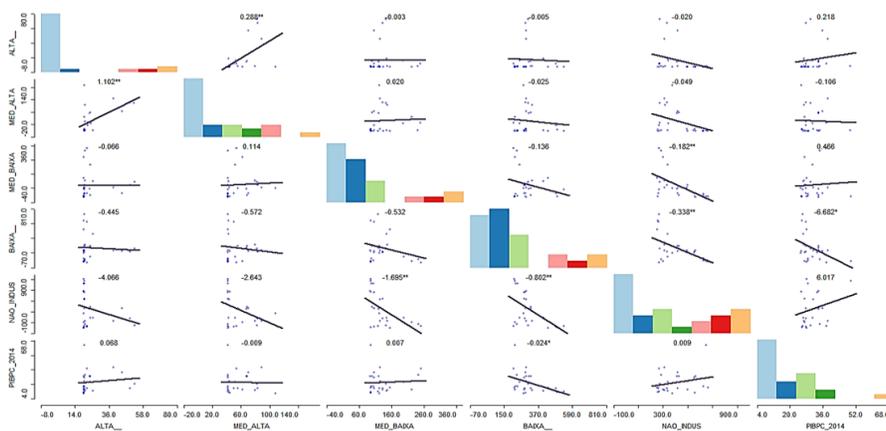
Essa questão pode estar relacionada com a abordagem da complexidade de uma economia. Hausmann e Hidalgo (2010) citam o exemplo da indústria de

computadores. Para eles, uma indústria sozinha não consegue fazer um computador, pois necessita de componentes de outras indústrias, tais como a bateria, os cristais líquidos, o *software*, a metalurgia, entre outros. Ou seja, a indústria de computadores tem grande poder de encadeamento com outros setores. Esse tipo de produto necessita de informações e conhecimentos relevantes para ser produzido.

Desse modo, economias complexas são aquelas que podem produzir e se comunicar através de grande quantidade de conhecimento e de redes na comercialização de produtos com alto valor agregado. O computador, o *software*, a bateria e os cristais líquidos não necessariamente precisam estar dentro do mesmo nível de intensidade tecnológica, no entanto, eles fazem parte de uma mesma cadeia de produção, o que acaba por gerar benefícios mútuos. Por isso uma indústria de computador, provavelmente, não iria sobreviver em uma economia que não tivesse outras indústrias que lhe fornecessem o suporte necessário. Seguindo nessa linha de raciocínio, elaborou-se a figura 5, a qual apresenta a matriz de diagramas de dispersão para o ano de 2014. A ordem das variáveis é exatamente a mesma da figura anterior (figura 4).

FIGURA 5

**Scatter plot da especialização dos níveis de intensidade tecnológica e da renda per capita (2014)**



Elaboração dos autores.

Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Observa-se que, em 2014, ocorre quase o mesmo padrão do ano de 1998, com exceção da especialização dos produtos de média-baixa tecnologia (terceira variável no eixo horizontal), que apresentou relação positiva com o PIB *per capita*. Ademais, manteve-se o mesmo padrão, ou seja, a especialização de baixa tecnologia teve relação negativa com o PIB e os setores de maior tecnologia tiveram relação

positiva entre eles. Por fim, a especialização dos setores de baixa tecnologia e de produtos não industriais não teve relação positiva com a especialização de nenhum outro setor, o que indica que esses não apresentaram muito poder de encadeamento nos anos de 1998 e 2014.

A tabela A.1 (apêndice A) apresenta a medida de complexidade econômica das UFs entre 1998 e 2014, com base na iteração  $k_{e,6}$  do método de Hidalgo e Hausmann (2009) e conforme especificado na equação (6). Observa-se que estados como São Paulo e Rio de Janeiro apresentam maior  $k_{e,6}$ , indicando que possuem estruturas de exportações diversificadas e que exportam produtos não ubíquos (exclusivos).

### 4.3 Análise das estimações do modelo econométrico

Os resultados das estatísticas dos testes apresentados na tabela 1 mostram, pelo teste de Breusch-Pagan, Hausmann e Mundlak, que o modelo é de efeitos fixos e, pelo teste de Pesaran, que existe dependência entre as *cross-sections*.

TABELA 1  
Estatística dos testes de hipóteses do modelo de dados em painel

Teste	Tipo de identificação	Hipótese nula ( $H_0$ )	Valor-p
Breusch-Pagan	Testa a eficiência entre <i>pooled</i> e EA	Modelo <i>pooled</i>	0,000
Hausman	Testa a eficiência entre EA e EF	Modelo EA	0,081
Mundlak	Testa a eficiência entre EA e EF	Modelo EA	0,000
CD Pesaran	Correlação contemporânea	Independência das <i>cross-section</i>	0,000
$\chi^2$	Testa SAR <i>versus</i> SDM	Modelo SAR	0,001
$\chi^2$	Testa SEM <i>versus</i> SDM	Modelo SEM	0,010

Elaboração dos autores.

Dessa forma, procedemos para a estimação de modelos espaciais de efeitos fixos. Para a escolha do melhor modelo, foi utilizado o teste Wald, partindo do modelo SDM, tal como apresentado em Belotti, Hughes e Mortari (2017, p. 157-159). Os testes  $\chi^2$  indicaram que o melhor modelo é o SDM. No entanto, os modelos SEM e SAR também podem ser analisados, pois indicaram que a dependência espacial é estatisticamente significativa.

A tabela 2 apresenta os resultados dos modelos de dados em painel com dependência espacial. É importante salientar que a interpretação do modelo SEM é feita de maneira direta e tradicional, tal como um MQO. Para a interpretação dos modelos SDM e SAR, devem ser analisados os efeitos diretos, indiretos e totais. Para o modelo SAR, o verdadeiro valor do efeito de uma variável explicativa sobre

a variável dependente é representado por  $[(1 - \rho)^{-1} \beta_k]$ , sendo  $\beta$  o coeficiente captado pela estimação e  $\rho$  o coeficiente autorregressivo espacial. Como o modelo SDM foi o mais adequado, os coeficientes diretos, indiretos e totais são apresentados nas três últimas colunas da tabela 2.

O primeiro modelo apresentado (*pooled*) não leva em conta a dependência espacial e serve apenas como um parâmetro de análise para os demais modelos. Neste, verificou-se correlação positiva da especialização em alta e média-alta intensidade tecnológica, e correlação negativa do setor não industrial e de baixa tecnologia para com o índice de complexidade econômica. Por sua vez, o modelo SAR indicou, através de  $\rho$ , que existe autocorrelação espacial global positiva na variável dependente, de modo que uma determinada UF tende a ser positivamente influenciada, em termos de complexidade, se as UFs vizinhas apresentam alto índice de complexidade econômica. O modelo SEM também indicou que existe autocorrelação espacial, mas no termo de erro. Dessa forma, podem existir variáveis que não estão no modelo, mas que apresentam autocorrelação espacial e podem estar relacionadas com o índice de complexidade econômica.

TABELA 2

**Resultado dos modelos de dados em painel com dependência espacial (variável dependente – ICE)**

Variáveis	Pooled	SAR	SEM	SDM	SDM		
					Direto	Indireto	Total
Expyalta	0,00621*** (0,000724)	0,00171* (0,000884)	0,00179* (0,000924)	0,00132** (0,000568)	0,00134** (0,000583)	0,000707 (0,000769)	0,00204** (0,000957)
Expymealta	0,00585*** (0,000973)	0,000233 (0,00137)	0,000447 (0,00135)	0,00180 (0,00132)	0,00176 (0,00127)	0,00154 (0,00121)	0,00330** (0,00146)
Expymebaixa	-0,00169 (0,00112)	-0,00164 (0,00150)	-0,00221 (0,00172)	-0,000287 (0,00187)	-0,000115 (0,00178)	-0,000117 (0,00266)	-0,000232 (0,00347)
Expybaixa	-0,00692*** (0,00183)	-0,000527 (0,00260)	-0,00278 (0,00314)	-0,000557 (0,00206)	-0,000491 (0,00211)	-0,000998 (0,00235)	-0,00149 (0,00261)
Expynoind	-0,00255** (0,00122)	0,00296 (0,00225)	0,00267 (0,00257)	0,00213 (0,00237)	0,00227 (0,00236)	0,00415* (0,00246)	0,00642* (0,00334)
Wx Expyalta				0,000888 (0,000920)			
Wx Expymealta				0,00190 (0,00126)			
Wx Expymebaixa				-0,000114 (0,00318)			
Wx Expybaixa				-0,00132			

(Continua)

(Continuação)

Variáveis	Pooled	SAR	SEM	SDM	SDM		
					Direto	Indireto	Total
				(0,00253)			
Wx Expynoind				0,00481*			
				(0,00254)			
rho (ρ)		0,730***		-0,108			
		(0,0391)		(0,0888)			
Lambda (λ) <sup>1</sup>			0,736***				
			(0,0382)				
sigma2_e		0,000635***	0,000627***	0,000464***			
		(0,000111)	(0,000112)	(6,83e-05)			
Constante	1,752***						
	(0,0132)						
AIC		-1.970,93	-1.974,31	-2.196,28			
BIC		-1.942,03	-1.945,40	-2.146,73			

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> λ é o parâmetro do erro autorregressivo espacial; ρ é o coeficiente autorregressivo espacial.

Obs.: 1. Erros-padrão entre parênteses.

2. \*\*\*  $p < 0,01$ ; \*\*  $p < 0,05$ ; \*  $p < 0,1$ .

Os resultados dos coeficientes de todos os modelos que levam em conta a dependência espacial indicaram coeficientes significativos apenas para a especialização em alta tecnologia. No modelo SDM, os efeitos diretos indicaram relação direta positiva da especialização de alta tecnologia com a complexidade econômica das UFs. Quanto aos efeitos indiretos, estes indicaram que a complexidade das UFs tende a ser maior se as UFs vizinhas são especializadas em produtos não industriais.

Dessa forma, pode ser afirmado que existe uma relação positiva entre a especialização em alta tecnologia e o índice de complexidade econômica das UFs, havendo também um efeito cíclico cumulativo entre UFs com maior índice de complexidade econômica.

Esses resultados reforçam a ideia de que produtos de alta tecnologia são altamente conectados em um sistema de redes complexas, ao combinar diversificação produtiva e não ubiquidade (exclusividade) do produto, indicando que estados especializados na produção em setores de alta tecnologia estão sujeitos a apresentar melhor dinâmica de crescimento futuro, já que o índice de complexidade, tal como colocado por Hausmann *et al.* (2014) pode ser considerado como um preditor do desempenho futuro de economias abertas ao mercado externo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi visto que muitos estados brasileiros apresentam um nível de renda muito baixo e são altamente especializados em produtos de baixa tecnologia, devido à alta produtividade desses produtos. Por meio de dados agregados, constatou-se que o Brasil também se mostrou altamente especializado em produtos não industriais e de baixa intensidade tecnológica, principalmente no que tange às categorias 15 (madeiras e seus produtos; papel e celulose), 16 (alimentos, bebidas e tabaco) e 18 (primários e agropecuários, sem processo industrial em fase final). No entanto, alguns estados, como São Paulo, Santa Catarina e Pernambuco, apresentaram especialização no setor de alta tecnologia.

Por intermédio do diagrama de dispersão e para os anos de 1998 e 2014, verificou-se que os setores de maior intensidade tecnológica estão mais relacionados entre si, de modo que o aumento da especialização de um setor acaba por influenciar o outro, o que não ocorre com o setor não industrial e de baixa tecnologia, indicando que esses últimos apresentaram pouco encadeamento no período analisado. O diagrama de dispersão também mostrou que os setores de alta, média-alta tecnologia e de produtos não industriais apresentaram correlação positiva com o nível de renda nos anos de 1998 e 2014.

Foi observado que o índice EXPY, criado por Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), apresentou, em 1998 e 2014, relação positiva com o nível de renda, tanto em alta e média-alta tecnologia quanto em produtos não industriais. No entanto, deve-se ter cautela ao analisar esse índice como um preditor do crescimento econômico para uma amostra que não leva em conta economias desenvolvidas, tal como foi o caso do presente trabalho. Por mais que o índice seja ponderado pela renda, tendo como pano de fundo que economias de alta renda são mais sofisticadas, essa relação pode ser revertida ao se analisarem economias periféricas, como é caso do Brasil, pois, em um contexto onde não existem muitas economias diversificadas e especializadas em alta tecnologia, os maiores níveis de renda se concentram em economias que são potenciais exportadoras de produtos primários e minerais.

O modelo de dados em painel espacial mostrou que, para as UFs brasileiras, existe uma correlação positiva entre a especialização em exportações de alta tecnologia e a complexidade econômica. O modelo também mostrou que existe dependência espacial entre os entes federativos, de modo que a alta complexidade econômica em um estado tende a influenciar na complexidade econômica de seus vizinhos.

Assim, conclui-se que medidas de especialização devem ser analisadas com cautela, pois a maior especialização em alguns setores, principalmente os que estão relacionados às riquezas naturais de uma economia, tende a ser positiva em termos de crescimento econômico atual, mas não serve como parâmetro preditor do crescimento e do desenvolvimento econômico futuro. Isso porque a estratégia

de crescimento com especialização prematura tende a ser vulnerável, pois depende das flutuações de poucos mercados consumidores e tende a garantir apenas um nível médio de renda, ao invés de possibilitar um processo de emparelhamento com relação a economias desenvolvidas, sendo o Brasil o principal exemplo de um país que está preso na armadilha da renda média desde a década de 1990.<sup>8</sup>

## REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D.; JOHNSON, S.; ROBINSON, J. A. The colonial origins of comparative development: an empirical investigation. **American Economic Review**, v. 91, n. 5, p. 1369-1401, Dec. 2001.
- ALMEIDA, E. (Org.). **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.
- ANSELIN, L.; FLORAX, R.; REY, S. J. (Ed.). **Advances in spatial econometrics: methodology, tools and applications**. New York: Springer Science & Business Media, 2013.
- ANSELIN, L.; REY, S. J. (Org.). **Modern spatial econometrics in practice: a guide to GeoDa, GeoDaSpace and PySAL**. Chicago: GeoDa Press LLC, 2014.
- ARAÚJO, R. A.; LIMA, G. T. A structural economic dynamics approach to balance-of-payments-constrained growth. **Cambridge Journal of Economics**, Cambridge, v. 31, n. 5, p. 755-774, Feb. 2007.
- BALASSA, B. Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage. **The Manchester School**, v. 33, n. 2, p. 99-123, May 1965.
- \_\_\_\_\_. Exports and economic growth: further evidence. **Journal of Development Economics**, Washington, v. 5, n. 2, p. 181-189, June 1978.
- BELOTTI, F; HUGHES, G; MORTARI, A. P. Spatial panel-data models using Stata. **The Stata Journal**, v. 17, n. 1, p. 139-180, 2017.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. Estratégia nacional e desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, v. 26, n. 2, p. 203-230, abr.-jun. 2006.
- CALDARELLI, G. *et al.* A network analysis of countries’ export flows: firm grounds for the building blocks of the economy. **PLoS One**, v. 7, n. 10, e47278, Oct. 2012.
- CHANG, H-J. (Org.). **Kicking away the ladder: development strategy in historical perspective**. London: Anthem Press, 2002. 187 p.
- CRISTELLI, M.; TACCHHELLA, A.; PIETRONERO, L. The heterogeneous dynamics of economic complexity. **PLoS One**, v. 10, n. 2, e0117174, Feb. 2015.

---

8. Ver os trabalhos de Kharas e Kohli (2011) e Glawe e Wagner (2016).

DIAMOND, P. A. National debt in a neoclassical growth model. **The American Economic Review**, v. 55, n. 5, p. 1126-1150, 1965.

FEDER, G. On exports and economic growth. **Journal of Development Economics**, v. 12, n. 1-2, p. 59-73, Feb.-Abr.1983.

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

GALA, P. (Org.). **Complexidade econômica: uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2017. 199 p.

GALA, P. *et al.* **Sophisticated jobs matter for economic development: an empirical analysis based on input-output matrices and economic complexity**. São Paulo: FGV, Jan. 2017. (Working Paper, n. 439).

GLAWE, L.; WAGNER, H. The middle-income trap: definitions, theories and countries concerned – a literature survey. **Comparative Economic Studies**, v. 58, n. 4, p. 507-538, Nov. 2016.

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

HAUSMANN, R. *et al.* (Org.). **The atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity**. Cambridge, MA: MIT Press, 2014.

HAUSMANN, R.; HIDALGO, C. A. **Country diversification, product ubiquity, and economic divergence**. Cambridge, MA: Harvard Library, Oct. 2010. (CID Working Papers, n. 201).

\_\_\_\_\_. The network structure of economic output. **Journal of Economic Growth**, v. 16, n. 4, p. 309-342, Dec. 2011.

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

HIDALGO, C. **Why information grows: the evolution of order, from atoms to economies**. Basic Books, 2015.

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

HIRSCHMAN, A. O. (Org.). **The strategy of economic development**. New Haven: Yale University Press, 1958. 217 p.

IMBS, J.; WACZIARG, R. Stages of diversification. **American Economic Review**, v. 93, n. 1, p. 63-86, Mar. 2003.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Base de dados macroeconômicos, financeiros e regionais do Brasil**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>.

JARREAU, J.; PONCET, S. **Export sophistication and economic performance: evidence from Chinese provinces**. CEPIL, 2009.

KALDOR, N. A model of economic growth. **Economic Journal**, v. 67, n. 268, p. 591-624, Dec. 1957.

\_\_\_\_\_. Causes of the low rate of growth of the United Kingdom. *In*: KALDOR, N. (Org.). **Further essays in economic growth**. London: Duckworth, 1978.

KHARAS, H.; KOHLI, H. What is the middle-income trap, why do countries fall into it, and how can it be avoided? **Global Journal of Emerging Market Economies**, v. 3, n. 3, p. 281-289, Nov. 2011.

KRUEGER, A. O. Why trade liberalisation is good for growth. **The Economic Journal**, v. 108, n. 450, p. 1513-1522, Sept. 1998.

KRUGMAN, P. Increasing returns and economic geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 3, p. 483-499, 1991.

KUME, H; PIANI, G; MIRANDA, P. **O grau de sofisticação relativa das exportações brasileiras: 1996-2007**. Brasília: Ipea, nov. 2012. (Texto para Discussão, n. 1792).

KUZNETS, S. Economic growth and income inequality. **The American Economic Review**, v. 45, n. 1, p. 1-28, Mar. 1955.

LUCAS JUNIOR, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, n. 1, p. 3-42, July 1988.

MINONDO, A. Exports' quality-adjusted productivity and economic growth. **The Journal of International Trade & Economic Development**, v. 19, n. 2, p. 257-287, 2010.

NORTH, D. C. (Org.). **Structure and change in economic history**. New York: W. W. Norton, 1981.

OREIRO, J. L.; FEIJÓ, C. A. Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 2, p. 219-232, abr.-jun.2010.

RICARDO, D. (Org.). **Princípios de economia política e tributação**. São Paulo: Nova Cultura, 1996.

RODRIG, D. Políticas de diversificação econômica. **Revista CEPAL: número especial em português**. [s. l.]: CEPAL, maio 2010. p. 27-46.

- ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, Oct. 1986.
- ROSENSTEIN-RODAN, P. N. Notes on the theory of the Big Push. *In*: ELLIS, H. S.; WALLICH, H. C. (Ed.). **Economic development in Latin America**. New York: Palgrave Macmillan, 1961.
- RUBIN, L; WAQUIL, P. Estrutura exportadora do agronegócio e impactos socioeconômicos para os países do Cone Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 137-160, jan.-mar. 2013.
- SABATER, L. A; TUR, A. A; AZORÍN, J. M. N. Industrial location, spatial discrete choice models and the need to account for neighbourhood effects. **The Annals of Regional Science**, v. 47, n. 2, p. 393-418, Oct. 2011.
- SACHS, J. D. **Institutions don't rule: direct effects of geography on per capita income**. Cambridge, MA: NBER, Feb. 2003. (Working Paper, n. 9490).
- SILVA, A. D. B; HIDALGO, A. B. Sofisticação da produção: determinantes e impactos sobre o crescimento econômico dos estados brasileiros. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 43., 2016, Florianópolis, Santa Catarina. **Anais...** Florianópolis: Anpec, 2016.
- SILVA, O. M. da.; BATISTA, J. S. Uma avaliação da similaridade e da sofisticação das exportações dos países do Cone Sul. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 33, n. 64, p. 243-264, set. 2015.
- SHAFIYEDDIN, S. M. **Trade liberalization and economic reform in developing countries: structural change or de-industrialization?** Geneva: UNCTAD, Apr. 2005. (Discussion Papers, n. 179).
- SMITH, A. (Org.). **Riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e causa**. São Paulo: Nova Cultura, 1996.
- STIGLITZ, J. E. Formal and informal institutions. *In*: DASGUPTA, P.; SERAGELDIN, I. (Ed.). **Social capital: A multifaceted perspective**. Washington: World Bank Publications, 2000. p. 59-68.
- THIRLWALL, A. P. The balance of payments constraint as an explanation of international growth rates differences. **Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review**, v. 32, n. 128, p. 45-53, 1979.
- \_\_\_\_\_. A plain man's guide to Kaldor's growth laws. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 5, n. 3, p. 345-358, 1983.

\_\_\_\_\_. (Org.). **A natureza do crescimento econômico**: um referencial alternativo para compreender o desempenho das nações. Brasília: Ipea, 2005.

THIRLWALL, A. P.; MCCOMBIE, J. **Economic growth and the balance-of-payments constraint**. London: Macmillan Press LTD, 1994.

## APÊNDICE A

## QUADRO A.1

**Síntese dos trabalhos que utilizaram a metodologia de Hausmann, Hwang e Rodrik (2007)**

Território e modo de análise	Período	Autores	Principais resultados
China	1997 a 2007	Jarreau e Poncet (2009) <sup>1</sup>	A China apresentou um índice EXPY muito alto se comparado ao seu nível global de desenvolvimento.
113 países (desenvolvidos e subdesenvolvidos)	1999 a 2001	Minondo (2010)	O crescimento econômico pode se dar de forma mais rápida e sustentada, por meio da especialização em produtos de maior qualidade.
Compara o Brasil com alguns países emergentes (China, Coreia do Sul, México, Rússia e Índia)	1996 a 2007	Kume, Piani e Miranda (2012)	O nível de especialização das exportações do Brasil aumentou no período 1996-2000 e manteve-se constante nos anos posteriores.
Países do Cone Sul (Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai)	1992 a 2009	Rubin e Waquil (2013)	Quanto mais especializada a pauta de exportação dos produtos do agronegócio nos países do Cone Sul, maiores serão os efeitos de crescimento do nível de renda para esses países.
Países do Cone Sul	2000 a 2011	Silva e Batista (2015)	O Brasil, a Argentina e o Uruguai tiveram índice EXPY maior que o de outros países do Cone Sul, porém o índice dos países do Cone Sul ficou abaixo da média mundial.
Brasil, mediante análise por níveis de intensidade tecnológica	2000 a 2013	Baraúna e Hidalgo (2016)	O índice EXPY das exportações brasileiras se deteriorou ao longo dos anos, principalmente no que tange aos produtos de alta intensidade tecnológica.

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Disponível em: <<https://bit.ly/3HDdyug>>.

**QUADRO A.2**  
**Intensidades tecnológicas e suas respectivas categorias de produtos**

Intensidade tecnológica	Categorias	Classificação das categorias
Alta	Aeronaves, aparelhos espaciais e suas partes.	1
	Produtos farmacêuticos.	2
	Máquinas; aparelhos, materiais elétricos e suas partes; aparelhos de gravação ou de reprodução de som; aparelhos de gravação ou de reprodução de imagens e de som em televisão e suas partes e acessórios.	3
	Instrumentos e aparelhos de óptica, fotografia ou cinematografia; medida ou controle de precisão; instrumentos e aparelhos de relojoaria e suas partes.	4
Média-alta	Veículos automóveis; tratores, ciclos; outros veículos terrestres e suas partes e acessórios.	5
	Produtos químicos, exceto os farmacêuticos.	6
	Veículos e materiais para vias férreas ou semelhantes e suas partes; aparelhos mecânicos (incluindo os eletromecânicos) de sinalização para vias de comunicação.	7
	Reatores nucleares, caldeiras, máquinas, aparelhos e instrumentos mecânicos e suas partes; armas e munições, incluindo suas partes e acessórios.	8
Média-baixa	Embarcações e estruturas flutuantes.	9
	Plásticos e suas obras; borracha e suas obras.	10
	Combustíveis minerais, óleos minerais e produtos da sua destilação; matérias betuminosas; ceras minerais.	11
	Outros produtos minerais não metálicos.	12
	Produtos metálicos.	13
Baixa	Produtos manufaturados e bens reciclados.	14
	Madeiras e seus produtos; papel e celulose.	15
	Alimentos, bebidas e tabaco.	16
	Têxteis, couro e calçados.	17
Não industriais	Primários (agropecuários sem processo industrial em fase final).	18
	Objetos de arte, de coleção e antiguidades; transações especiais.	19
	Transações especiais.	20

Elaboração dos autores.

**TABELA A.1**  
**Medida de complexidade econômica das Unidades da Federação (UFs) com base na iteração  $k_{e,6}$  (1998-2014)**

UF	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Acre	1.733	1.666	1.697	1.625	1.569	1.629	1.570	1.620	1.738	1.738	1.688	1.698	1.621	1.635	1.638	1.723	1.657
Alagoas	1.754	1.746	1.741	1.702	1.682	1.704	1.641	1.669	1.729	1.729	1.730	1.694	1.700	1.735	1.705	1.759	1.685
Amazonas	1.788	1.787	1.836	1.778	1.771	1.764	1.756	1.734	1.809	1.809	1.781	1.744	1.763	1.761	1.751	1.798	1.720
Amapá	1.706	1.678	1.642	1.624	1.567	1.633	1.541	1.620	1.691	1.691	1.708	1.668	1.605	1.609	1.648	1.725	1.643
Bahia	1.785	1.770	1.776	1.742	1.694	1.713	1.670	1.681	1.751	1.751	1.761	1.724	1.724	1.711	1.712	1.782	1.693
Ceará	1.719	1.720	1.710	1.696	1.682	1.713	1.670	1.681	1.751	1.751	1.761	1.698	1.699	1.689	1.715	1.783	1.708
Distrito Federal	1.798	1.726	1.841	1.737	1.719	1.698	1.576	1.732	1.784	1.784	1.771	1.685	1.757	1.745	1.689	1.759	1.680
Espírito Santo	1.734	1.722	1.694	1.677	1.642	1.645	1.561	1.614	1.676	1.676	1.703	1.691	1.626	1.631	1.664	1.749	1.660
Goiás	1.748	1.717	1.696	1.692	1.644	1.672	1.624	1.643	1.679	1.679	1.709	1.661	1.672	1.682	1.678	1.741	1.659
Maranhão	1.773	1.766	1.744	1.736	1.690	1.647	1.587	1.634	1.690	1.690	1.730	1.697	1.667	1.685	1.703	1.755	1.658
Minas Gerais	1.751	1.767	1.709	1.701	1.629	1.649	1.591	1.625	1.712	1.712	1.757	1.722	1.646	1.648	1.745	1.800	1.690
Mato Grosso do Sul	1.750	1.724	1.636	1.733	1.599	1.699	1.576	1.610	1.690	1.690	1.681	1.633	1.638	1.635	1.661	1.710	1.625
Mato Grosso	1.708	1.685	1.677	1.680	1.630	1.649	1.610	1.637	1.714	1.714	1.707	1.664	1.672	1.682	1.678	1.734	1.655
Pará	1.744	1.727	1.702	1.689	1.639	1.646	1.582	1.629	1.690	1.690	1.722	1.695	1.669	1.680	1.698	1.768	1.673
Paraíba	1.790	1.744	1.674	1.642	1.601	1.626	1.592	1.629	1.691	1.691	1.709	1.646	1.677	1.702	1.694	1.745	1.670
Pernambuco	1.783	1.758	1.755	1.726	1.678	1.705	1.689	1.686	1.778	1.778	1.756	1.746	1.775	1.795	1.748	1.823	1.732
Piauí	1.728	1.707	1.698	1.688	1.642	1.659	1.618	1.646	1.699	1.699	1.706	1.658	1.670	1.685	1.678	1.730	1.655
Paraná	1.710	1.675	1.718	1.711	1.672	1.697	1.656	1.672	1.740	1.740	1.740	1.712	1.722	1.730	1.692	1.759	1.687

(Continua)

(Continuação)

UF	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Rio de Janeiro	1.809	1.802	1.826	1.786	1.771	1.766	1.805	1.758	1.853	1.853	1.832	1.807	1.806	1.772	1.718	1.837	1.746
Rio Grande do Norte	1.722	1.682	1.674	1.663	1.641	1.664	1.637	1.654	1.738	1.738	1.727	1.672	1.693	1.689	1.711	1.772	1.682
Roraima	1.699	1.656	1.651	1.623	1.569	1.634	1.565	1.611	1.694	1.694	1.695	1.654	1.643	1.648	1.652	1.699	1.625
Rondônia	1.758	1.726	1.698	1.697	1.585	1.649	1.590	1.620	1.691	1.691	1.722	1.728	1.681	1.680	1.672	1.737	1.662
Rio Grande do Sul	1.761	1.735	1.748	1.706	1.687	1.694	1.661	1.682	1.744	1.744	1.765	1.718	1.737	1.751	1.733	1.785	1.703
Santa Catarina	1.773	1.726	1.708	1.665	1.651	1.706	1.655	1.689	1.754	1.754	1.750	1.714	1.726	1.738	1.728	1.770	1.702
Sergipe	1.742	1.738	1.727	1.698	1.656	1.670	1.605	1.661	1.691	1.691	1.708	1.663	1.677	1.702	1.712	1.779	1.670
São Paulo	1.844	1.829	1.863	1.796	1.792	1.785	1.789	1.762	1.815	1.815	1.824	1.803	1.817	1.834	1.797	1.842	1.772
Tocantins	1.721	1.693	1.686	1.668	1.599	1.636	1.576	1.610	1.690	1.690	1.681	1.633	1.655	1.649	1.646	1.701	1.624

Elaboração dos autores.

## REFERÊNCIAS

- BARAÚNA, A. D.; HIDALGO, A. B. Evolução do grau de sofisticação das exportações brasileiras (2000-2013). **Revista Brasileira de Inovação**, v. 15, n. 2, p. 305-334, 2016.
- HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. What you export matters. **Journal of Economic Growth**, v. 12, n. 1, p. 1-25, Mar. 2007.
- KUME, H; PIANI, G; MIRANDA, P. **O grau de sofisticação relativa das exportações brasileiras: 1996-2007**. Brasília: Ipea, nov. 2012. (Texto para Discussão, n. 1792).
- MINONDO, A. Exports' quality-adjusted productivity and economic growth. **The Journal of International Trade & Economic Development**, v. 19, n. 2, p. 257-287, 2010.
- RUBIN, L; WAQUIL, P. Estrutura exportadora do agronegócio e impactos socioeconômicos para os países do Cone Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 137-160, jan.-mar. 2013.
- SILVA, O. M. DA.; BATISTA, J. S. Uma avaliação da similaridade e da sofisticação das exportações dos países do Cone sul. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 33, n. 64, p. 243-264, set. 2015.

Originais submetidos em: abr. 2018.

Última versão recebida em: jul. 2020.

Aprovada em: jul. 2020