

## Área 2 – Teoria Econômica e Economia Aplicada

# TAMANHO DAS REGIÕES, COMPLEXIDADE ECONÔMICA E GERAÇÃO DE EMPREGO

**Elton Eduardo Freitas**

Doutor em Economia pelo Cedeplar-UFMG

email: eltonfreitas@gmail.com

+553134097070

**Gustavo Britto**

Professor na Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Economia

Pesquisador no Cedeplar-UFMG

**Pedro Amaral**

Professor na Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Economia

Pesquisador no Cedeplar-UFMG

### **RESUMO**

Neste artigo, apresentamos evidências empíricas de que atividades econômicas complexas se concentram nas grandes regiões. Para tanto, analisamos a evolução do emprego formal das 568 microrregiões brasileiras para o período entre 2010 e 2015 utilizando os microdados da RAIS. As análises sugerem que as regiões maiores, com um conjunto maior e mais diversificado de habilidades, têm uma maior probabilidade de desenvolver novas indústrias complexas. Essa tem importantes implicações para a desigualdade espacial. Se a complexidade e a aglomeração não puderem ser separadas, a desigualdade espacial observada entre grandes e pequenas regiões continuará a aumentar com o progresso tecnológico.

**Palavras-chave:** Emprego formal; complexidade econômica; tamanho das regiões; diversificação.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da FAPEMIG, CAPES e CNPQ.

## 1. INTRODUÇÃO

As regiões tornam-se mais complexas à medida que aumentam de tamanho? Este artigo procura apresentar evidências empíricas de que atividades econômicas complexas se concentram mais nas grandes regiões. Adicionalmente, procuramos testar a hipótese de que as regiões maiores são capazes de absorver uma parcela maior da força de trabalho, pois suas estruturas produtivas complexas fornecem capacidades complementares derivadas de um grupo maior e mais diversificado de habilidades.

Ao longo da história, as pessoas têm demonstrado uma forte tendência a viverem juntas em comunidade. Desde a concentração da vida em aldeias, até as megacidades modernas que possuem milhões de habitantes. O fato de vivermos em cidades cada vez maiores sugere, portanto, que há vantagens ainda mais fortes do que desvantagens para a vida nos grandes centros urbanos. As vantagens e desvantagens associadas a uma elevada concentração de pessoas e da atividade econômica em um só lugar são chamadas externalidades de aglomeração.

A concentração de pessoas e de atividades econômicas em cidades podem emergir de diferentes caminhos. Algumas cidades são grandes, porque há uma grande indústria nestas localidades. Outras são grandes devido a uma larga variedade de diferentes tipos de indústrias.

Para Marshall (1980), as externalidades de aglomeração são provenientes da especialização da atividade industrial e podem ser sintetizadas da seguinte forma: efeitos de encadeamento intersetoriais (fornecedores-usuários); efeitos de *spillovers* de conhecimento tecnológicos interfirmas (geradores de economias externas tecnológicas); e ganhos com a formação de polos especializados de trabalho.

As vantagens da relação fornecedores-usuários estão no fato de que produtores buscam se estabelecer em locais com fácil acesso a insumos e, também, a mercado para seus produtos. Essas empresas são atraídas em grande número pela indústria concentrada da mesma maneira como a mão de obra especializada. A proximidade geográfica para essas empresas diminui os custos de transporte. A proximidade geográfica possibilita, também, que os indivíduos, ao interagirem, troquem experiências e informações, por meio das relações informais, que são fundamentais à propagação do conhecimento tecnológico. Em grande medida, a característica tácita do conhecimento produtivo faz da localização um fator limitante da propagação do conhecimento, uma vez que é necessário o contato face-a-face para que haja sua transmissão. Nesse sentido, uma região especializada seria um ambiente propício ao *spillovers* do conhecimento.

Outro fator relevante em relação à especialização produtiva é a formação de uma mão de obra altamente especializada. Uma firma obtém grandes vantagens com a existência de uma oferta suficiente de mão de obra especializada e altamente qualificada. A forte concentração de empresas em uma indústria específica é um pré-requisito para crescer e sustentar a força de trabalho local necessária e especializada. A razão é que a mão de obra especializada é atraída pelo emprego que é gerado por esta concentração, e, por sua vez, as empresas são atraídas para o *pool* de trabalho. Além disso, uma grande indústria local pode apoiar e/ou fazer *lobby* para que instituições de ensino ofereçam programas de formação adaptados às necessidades de suas empresas. O grande mercado de trabalho também facilita a mobilidade de trabalhadores interfirmas, sem a necessidade de uma mudança de endereço. Os empresários encontram mão de obra qualificada quando necessitam e os indivíduos se deparam com alta empregabilidade caso decidam abandonar uma firma específica.

Já para Jacobs (1969), a maior e mais relevante fonte de externalidades que as firmas podem desfrutar é a diversidade de atividades econômicas desenvolvidas nas cidades. A

multiplicidade de bens e serviços, de tecnologias e de conhecimentos próprios em um centro urbano diversificado, potencializa o que a autora chama de *cross fertilization of ideas*. Ou seja, as inovações originam-se da fecundação de ideias entre os vários setores de atividades, abrigados em uma mesma cidade, conduzidos pela geração de novos tipos de trabalhos – o que aumenta a capacidade de geração de novos bens e serviços.

É importante ressaltar que as vantagens resultantes da aglomeração urbana não se restringem ao âmbito da produção. As grandes cidades oferecem maior variedade de bens de consumo e de serviços públicos e maior possibilidade de contatos sociais, que resultariam em externalidades. Assim, as grandes cidades também se tornam atrativas aos trabalhadores/consumidores. Para Jacobs, o sucesso econômico e social de uma cidade depende de sua capacidade de facilitar as interações humanas e de uma diversidade de atividades econômicas.

Nesse sentido, as cidades maiores são mais produtivas na medida em que possuem uma variedade maior de habilidades que podem ser combinadas, de maneiras que cidades menores não podem. As cidades maiores são mais produtivas, não porque possuem um número maior de indivíduos semelhantes, mas porque possuem uma maior variedade de indivíduos.

Bettencourt *et al.* (2014) analisaram a diversidade de habilidades nas áreas metropolitanas dos EUA em termos de diversidade de ocupações, e propuseram um arcabouço teórico que explica a maior produtividade das grandes cidades com o surgimento de novas ocupações, como resultado de especialização e coordenação do trabalho. Em outras palavras, à medida que os trabalhadores se tornam mais especializados e diversificados, suas interações se tornam mais produtivas. Quanto maior a cidade, mais fortes essas forças se tornam. Nessa abordagem, as cidades tendem a mudar devido às interações dos indivíduos e à consequente descoberta de novas ocupações e de novas formas de produzir uma cesta de bens e serviços. Assim, para Bettencourt *et al.* (2014), as cidades prosperam porque agem como uma espécie de caldeirão, permitindo que as empresas misturem pessoas e combinem habilidades em um processo de diversificação incremental e sofisticação da produção.

Empregando uma simples analogia, Hausmann *et al.* (2011) consideram habilidades como peças em um jogo de lego. Quanto mais peças de lego – ou habilidades – uma economia tiver, maiores as possibilidades de combinações que poderão resultar em diversas e sofisticadas construções. Sob esse modelo, à medida que as economias adquirem novas habilidades, o número de indústrias possíveis cresce mais do que proporcionalmente, e ocorrem os processos de diversificação de setores e a criação de trabalho novo (HAUSMANN & HIDALGO, 2010; HAUSMANN *et al.*, 2011; HIDALGO *et al.*, 2007).

Fazemos aqui uma conexão entre as literaturas de economias de aglomeração (GLAESER *et al.*, 1992; HENDERSON *et al.*, 1995) com a diversificação regional (HIDALGO *et al.*, 2007; NEFFKE *et al.*, 2011) e com a literatura de complexidade econômica (HIDALGO & HAUSMANN, 2009; HAUSMANN *et al.*, 2011). As regiões maiores facilitam a correspondência entre empregadores e empregados, *spillovers* e oportunidades de inovação, que se traduzem na criação de novas empresas e também beneficiam o compartilhamento de insumos e de riscos de produção. No entanto, as vantagens que decorrem das economias de aglomeração resultam em uma dependência de trajetória na maneira como as cidades se diversificam (GLAESER *et al.*, 1992). Por exemplo, novas indústrias que nascerem em uma região que produz têxteis, roupas e couro serão muito diferentes das indústrias que nascerem em uma região que produz carros, eletrônicos e maquinário.

Este artigo procura colaborar com a literatura ao apresentar evidências empíricas de que atividades econômicas complexas se concentram mais nas grandes regiões. Em recente contribuição, Balland *et al.* (2018) apresentam as primeiras evidências dessa relação, mostrando

uma forte correlação entre concentração urbana, publicações científicas, patentes, indústrias e ocupações. Os autores sugerem que a crescente concentração urbana de empregos e de inovação pode ser uma consequência da crescente complexidade da economia.

Adicionalmente, procuramos testar a hipótese de que as regiões maiores são capazes de absorver uma parcela maior da força de trabalho, pois suas estruturas produtivas complexas fornecem capacidades complementares derivadas de um grupo maior e mais diversificado de habilidades. Seguindo essa linha, O'Clery *et al.* (2016), ao investigarem as cidades colombianas, concluem que a disponibilidade de um amplo conjunto de habilidades diversas e sofisticadas é um elemento que permite que as grandes cidades gerem mais empregos formais em comparação com cidades menores. Segundo os autores, a formalidade cresce à medida que os trabalhadores entram em indústrias cada vez mais complexas nas grandes cidades. Isso é possível na medida em que há mais trabalhadores com diferentes capacidades: as empresas podem coordená-los e combiná-los de várias maneiras para produzir bens e serviços diferenciados e cada vez mais sofisticados.

Analisamos a evolução do emprego formal das 568 microrregiões brasileiras para o período entre 2010 e 2015 utilizando os microdados da RAIS. Nós adaptamos a metodologia desenvolvida por Hidalgo & Hausmann (2009) para mensurar a complexidade de economias regionais e de atividades econômicas. Com base nessas medidas, observamos que a elasticidade do emprego formal em relação ao tamanho da população aumenta com a complexidade da indústria, dado que setores mais sofisticados, que exigem muito mais habilidades e insumos complementares, surgem mais facilmente nas grandes regiões.

Adaptamos o indicador proposto por Hausmann *et al.* (2011) para calcular o potencial de complexidade das microrregiões brasileiras, que indica o potencial existente em uma região para diversificar em setores que são complexos e próximos às capacidades ou habilidades atuais. Mostramos que essa medida prevê a mudança das taxas de emprego formal para as microrregiões brasileiras entre 2010 e 2015, um resultado que é robusto para a inclusão de controles relevantes como a população, o PIB per capita e a taxa de emprego formal no ano inicial. Finalmente, o mecanismo proposto é válido quando a amostra é dividida por tamanho de cidade e por nível de complexidade.

A estrutura deste artigo é a seguinte. A próxima seção apresentará os dados, a metodologia e alguns resultados descritivos. Na terceira seção, discutiremos a relação entre atividades econômicas complexas e tamanho das regiões. A quarta seção apresentará os principais resultados das análises econométricas que testaram a hipótese de que as regiões maiores são capazes de absorver uma parcela maior da força de trabalho, pois suas estruturas produtivas complexas fornecem capacidades complementares derivadas de um grupo maior e mais diversificado de habilidades. A última seção apresentará as principais conclusões.

## **2. BASE DE DADOS E VARIÁVEIS**

Este artigo utiliza como extensão geográfica de análise as microrregiões brasileiras. Serão utilizados os microdados identificados que integram o acervo de registros administrativos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) entre 2010 e 2015, que possui informações disponíveis para todo o Brasil sobre o estabelecimento empregador e sobre o empregado, a partir dos vínculos empregatícios formalizados em um determinado ano-base.

Este trabalho utiliza dados de setores agregados em subclasses pertencentes as indústrias de transformação, extrativa, agropecuária e de serviços produtivos e distributivos (ver SIMÕES, OLIVEIRA & AMARAL, 2006) de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0). O Quadro 1 apresenta os setores selecionados e seus respectivos códigos de divisão. A base de dados, portanto, possui 568 microrregiões brasileiras, 1.162 atividades econômicas de subclasse da CNAE 2.0 para o período entre 2010 e 2015.

QUADRO 1: Setores selecionados da CNAE 2.0 por descrição e códigos.

Seção	Divisões	Descrição CNAE	Setor Selecionado
A	01 .. 03	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	Sim
B	05 .. 09	Indústrias Extrativas	Sim
C	10 .. 33	Indústrias de Transformação	Sim
D	35 .. 35	Eletricidade e Gás	Sim
E	36 .. 39	Água, Esgoto, Atividades de Gestão de Resíduos e Descontaminação	Sim
F	41 .. 43	Construção	Sim
G	45 .. 47	Comércio; Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas	Sim
H	49 .. 53	Transporte, Armazenagem e Correio	Sim
I	55 .. 56	Alojamento e Alimentação	Não
J	58 .. 63	Informação e Comunicação	Sim
K	64 .. 66	Atividades Financeiras, de Seguros e Serviços Relacionados	Sim
L	68 .. 68	Atividades Imobiliárias	Sim
M	69 .. 75	Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas	Sim
N	77 .. 82	Atividades Administrativas e Serviços Complementares	Sim
O	84 .. 84	Administração Pública, Defesa e Seguridade Social	Não
P	85 .. 85	Educação	Não
Q	86 .. 88	Saúde Humana e Serviços Sociais	Não
R	90 .. 93	Artes, Cultura, Esporte e Recreação	Não
S	94 .. 96	Outras Atividades de Serviços	Não
T	97 .. 97	Serviços Domésticos	Não
U	99 .. 99	Organismos Internacionais e Outras Instituições Extraterritoriais	Não

Fonte: Elaboração própria; adaptado de Simões, Oliveira & Amaral (2006)

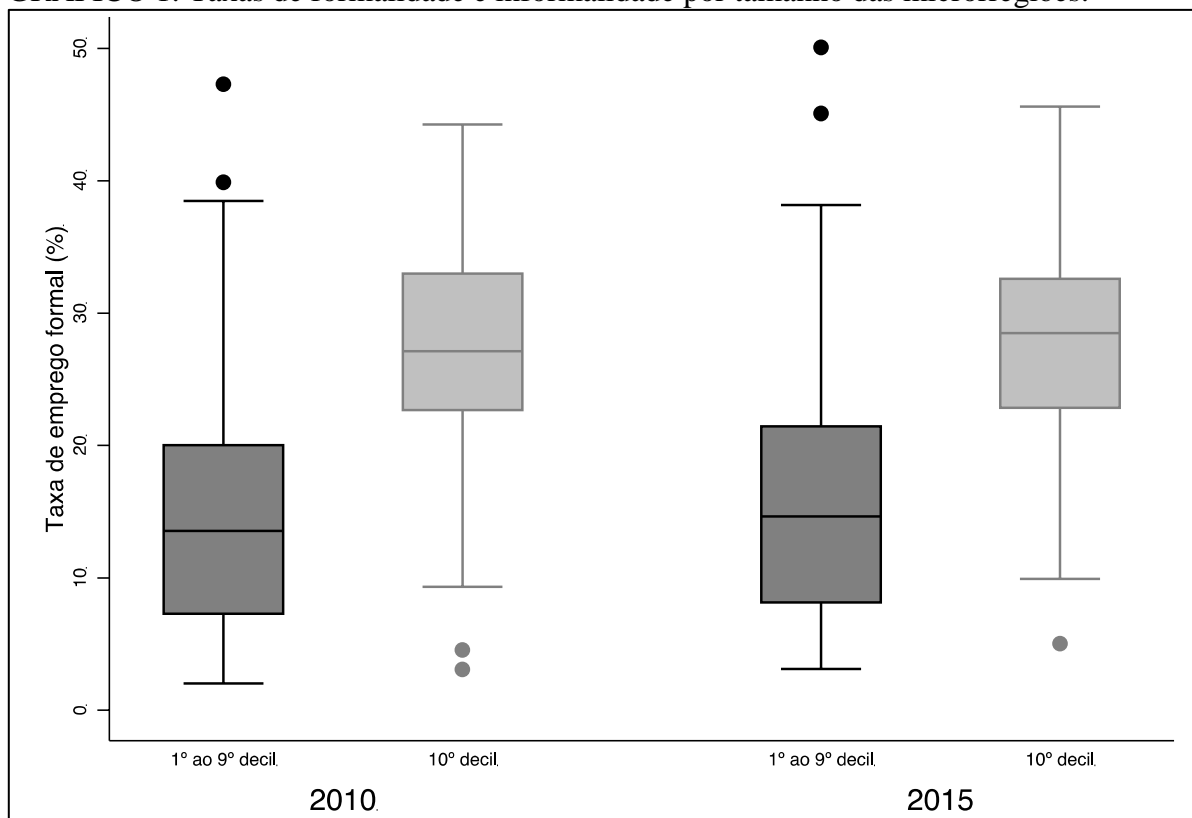
A variável dependente em nossas regressões são as taxas de emprego formal (em nível ou mudança) por microrregião. A partir das bases de dados da RAIS, obtemos o emprego formal para determinado par setor e microrregião. Assim, definimos a taxa de emprego formal de uma microrregião como a razão entre emprego formal dividido pela população total:

$$formal_{m,s} = \frac{emp_{m,s}}{pop_m} \quad (1)$$

em que:  $emp_{m,s}$  é o emprego da atividade econômica  $s$  na microrregião  $m$ ;  $pop_m$  é a população total da microrregião  $m$ . Os dados populacionais foram obtidos das estimativas do IBGE. O Gráfico 1 e a Tabela 1 mostram a forte relação entre o tamanho das microrregiões e a taxa de

emprego formal nas microrregiões brasileiras. Os dados mostram que as regiões maiores (10º decil), geram proporcionalmente mais empregos formais do que as regiões menores (1º ao 9º decil).

GRÁFICO 1: Taxas de formalidade e informalidade por tamanho das microrregiões.



Fonte: RAIS e Censo/IBGE.

TABELA 1: Taxas de formalidade e informalidade por tamanho das microrregiões.

	1º ao 9º decil		10º decil	
	População	Taxa de emprego formal (%)	População	Taxa de emprego formal (%)
<b>2010</b>				
Média	186.871	14,4	1.759.272	26,4
Desvio-padrão	5.430	0,35	317.704	1,27
N	503		55	
<b>2015</b>				
Média	199.454	15,3	1.893.175	27,0
Desvio-padrão	5.856	0,35	333.711	1,10
N	503		55	

Fonte: RAIS e Censo/IBGE.

Utilizamos também o quociente locacional ( $ql$ ), para capturar a presença de uma atividade econômica  $s$  em uma microrregião. O  $ql$  reflete a fração de empregados de uma dada indústria, em uma dada localidade, em relação à fração de empregados total da indústria sobre o nível total de emprego. Se o indicador  $ql$  calculado for maior do que a unidade, então, a região  $m$  apresenta uma alta participação do setor  $s$  comparado com a proporção relativa das demais microrregiões. O  $ql$  é descrito como:

$$ql_{m,s} = \frac{emp_{m,s}/emp_m}{emp_s/emp} \quad (2)$$

em que:  $emp_{m,s}$  é o emprego do setor  $s$  na microrregião  $m$ ;  $emp_m$  é o emprego total na região  $m$ ;  $emp_s$  é o emprego total no setor  $s$  no país;  $emp$  é o emprego total no país.

Hidalgo & Hausmann (2009) desenvolveram um método para calcular a complexidade de produtos e países usando dados de exportação. A complexidade está associada ao conjunto de habilidades disponíveis no local. Segundo Hausmann *et al* (2011) para uma sociedade complexa existir é necessário que as pessoas presentes nesse sistema e que possuem conhecimentos diversificados, interajam entre si de forma a combinarem suas habilidades para uso produtivo. Economias que não geram essa conexão de habilidades não transferem conhecimento e, portanto, não serão capazes de gerar uma estrutura produtiva competitiva.

É possível medir a complexidade de uma economia a partir do conjunto de bens e serviços que essa é capaz de realizar, que por sua vez, está ligado à disponibilidade de conhecimento. A partir dessa lógica, Hidalgo & Hausmann (2009) apresentam dois conceitos importantes para mensuração da complexidade de uma estrutura produtiva: diversidade e ubiquidade. Define-se diversidade quando, países e regiões produzem um número grande de diferentes bens e serviços. O conceito de ubiquidade aparece quando produtos que demandam um grande volume de conhecimento estão disponíveis em poucos lugares, nos quais todos os requerimentos de habilidades são satisfeitos. Definem, então, produtos complexos como aqueles que apresentam alta diversidade e pouca ubiquidade, uma vez que são aqueles bens e serviços que requerem uma grande variedade de capacidades.

A partir dos conceitos descritos anteriormente, podemos avaliar a complexidade de uma região utilizando a matriz  $M_{ms}$  composta por 1 (um) se a microrregião  $m$  possui  $ql > 1$  para um setor  $s$ , e 0 (zero) caso contrário. Então, calcula-se a diversidade e ubiquidade a partir das equações (3) e (4), respectivamente.

$$K_{m,0} = \sum_s M_{ms} \quad (3)$$

$$K_{s,0} = \sum_m M_{ms} \quad (4)$$

Para gerar maior precisão do número de habilidades disponíveis em uma região requeridas para um dado bem e serviço produzido, Hidalgo & Hausmann (2009) corrigiram as equações (3) e (4) ponderando-as pelas medidas de diversidade e ubiquidade. Nesse sentido, o índice de diversidade foi ponderado pela medida de ubiquidade, e o índice de ubiquidade pela medida de diversidade. No caso das regiões é necessário calcular a ubiquidade média dos setores que existem na região e a diversidade média das outras regiões que possuem esses setores. Em relação aos setores é exigido o cálculo da diversidade média das microrregiões que os produzem e a ubiquidade média dos demais setores que existem nessas regiões. A formalização desses novos índices é verificada pelas equações (5) e (6).

$$K_{m,N} = \frac{1}{K_{m,0}} \sum_s M_{ms} \cdot K_{s,N-1} \quad (5)$$

$$K_{s,N} = \frac{1}{K_{s,0}} \sum_m M_{ms} \cdot K_{m,N-1} \quad (6)$$

Substituindo (6) em (5) temos:

$$K_{m,N} = \frac{1}{K_{m,0}} \sum_s M_{ms} \cdot \frac{1}{K_{s,0}} \sum_{m'} M_{m's} K_{m',N-2} \quad (7)$$

Resolvendo (7),

$$K_{m,N} = \sum_{m'} M_{m's} \cdot K_{m',N-2} \sum_s \frac{M_{ms} M_{m's}}{K_{m,0} K_{s,0}} \quad (8)$$

Por fim, reescrevendo (8),

$$K_{m,N} = \sum_{m'} M^*_{m',s} K_{m',N-2} \quad (9)$$

$$\text{Tal que } M^*_{m',s} = \sum_s \frac{M_{ms} M_{m's}}{K_{m,0} K_{s,0}}.$$

A Equação (9) será satisfeita, quando  $K_{m,N} = K_{m,N-2} = 1$ . Esse é o autovetor de  $M^*_{m's}$  associado ao maior autovalor. Dado que esse autovetor é um vetor de 1 (um)<sup>1</sup>, ele não é informativo para a análise. Portanto, é desejado o autovetor associado com o segundo maior autovalor, já que esse é o autovetor que recebe a maior quantidade de variância no sistema, sendo essa a medida de complexidade econômica. Portanto, o Índice de Complexidade Econômica (ICE) é dado como:

$$ICE = \frac{\bar{K}}{stdev(\bar{K})} - \frac{\langle \bar{K} \rangle}{stdev(\bar{K})} \quad (10)$$

em que,  $\langle \cdot \rangle$  representa uma média,  $stdev$  o desvio padrão e  $\bar{K}$  o autovetor de  $M^*_{m's}$ , associado com o segundo maior autovalor.

Por sua vez, o Índice de Complexidade do Setor (ICS) é definido como:

$$ICS = \frac{\bar{Q}}{stdev(\bar{Q})} - \frac{\langle \bar{Q} \rangle}{stdev(\bar{Q})} \quad (11)$$

em que,  $\bar{Q}$  é o autovetor de  $M^*_{m's}$ , associado com o segundo maior autovalor.

Para construir nosso índice de complexidade para as microrregiões brasileiras e para as atividades econômicas, consideramos apenas as microrregiões que são produtores significativos em determinados tipos de indústria, considerando as atividades econômicas para as quais as regiões possuem  $ql$  maior que 1 em um determinado período. Como resultado, os elementos da matriz de adjacência que examinamos  $M_{ms}$  refletem se a microrregião  $m$  é especializada ou não na atividade econômica  $s$ .

Hausmann *et al.* (2011) construíram um índice para calcular a distância de uma indústria para a estrutura produtiva de uma região. Essa medida, chamada de Densidade, é definida como a soma das proximidades que ligam um novo setor  $s$  a todos outros setores que a região atualmente possui. Normalizam a Densidade dividindo-a pela soma das proximidades entre o setor  $s$  e todos os demais setores. Em outras palavras, a Densidade é a proporção ponderada dos setores conectados ao setor  $s$  que a região  $m$  possui. Os pesos são dados pelas proximidades. Se a região emprega a maior parte dos setores ligados ao setor  $s$ , então a densidade será alta, próxima de 1. Mas, se a região emprega apenas uma pequena proporção dos setores relacionados ao setor  $s$ , então a densidade será baixa (perto de 0). Formalmente,

<sup>1</sup> Para mais detalhes, ver Hidalgo & Hausmann (2009)

$$d_{m,s,t} = \frac{\sum_{s'} M_{mst} \varphi_{ss'}}{\sum_{s'} \varphi_{ss'}} \quad (12)$$

em que:  $M_{mst}$  é uma matriz que indica se a região é especializada ou não no emprego de cada setor  $s$  em um dado ano  $t$ ;  $\varphi_{ss'}$  é a proximidade do setor  $s$  em relação a um setor  $s'$  que é definida pela Medida de Coerência construída por Freitas (2019).

A  $M_{mst}$  é uma matriz de inteiros binária (isto é, contendo valores 0 ou 1), que assume o valor 1 quando uma região é especializada em um setor  $s$ , ou seja, quando possui uma alta participação de emprego no setor  $s$  comparado com a proporção relativa das demais regiões e 0 caso contrário. O Quociente Locacional ( $ql$ ), medida considerada neste trabalho como *proxy* para especialização industrial foi descrito na Equação (2).

Freitas (2019) utiliza análise multivariada de componentes principais para comparar três dimensões do relacionamento entre atividades. A primeira dimensão foca nas semelhanças no mix de ocupações empregadas por diferentes setores. A segunda dimensão, no número de vezes que dois setores aparecem em uma mesma região, ou seja, que são colocalizados. Por fim, a terceira dimensão considera o número de vezes que dois setores diferentes aparecem em uma corporação. Essa medida de relacionamento, segundo o autor, pode ser interpretada como uma probabilidade de relacionamento entre as atividades.

Assim, a Densidade mede a distância entre um dado setor em relação à estrutura produtiva de uma região, significando também a dificuldade desta região em se especializar em uma dada indústria. A ideia aqui é que cada setor exige um conjunto de conhecimentos produtivos, os quais podem ou não ser compartilhados com outros setores (dada a proximidade). Setores mais próximos de outros nos quais a região já é especializada serão mais facilmente desenvolvidos – exatamente porque alguns dos conhecimentos necessários já estão presentes na região.

Assim, propomos que microrregiões melhor posicionadas, com o potencial de desenvolver novas indústrias similares e complexas, aumentarão mais rapidamente sua taxa de emprego formal ao longo do tempo. Quantificamos o quão bem posicionada uma região é por meio do seu Potencial de Complexidade ( $PC$ ). Hausmann *et al.* (2011) construíram essa medida para indicar quantos produtos complexos estão próximos do conjunto atual de recursos produtivos de um país. O  $PC$  captura a facilidade de diversificação para um país, onde um alto  $PC$  reflete uma abundância de produtos complexos próximos que dependem de capacidades similares aos da estrutura produtiva atual. Por outro lado, um baixo  $PC$  indica que um país tem poucos produtos próximos, o que torna difícil adquirir novas capacidades e aumentar sua complexidade econômica. O potencial de complexidade captura a conectividade das capacidades existentes de uma economia para impulsionar a diversificação em direção a produtos mais complexos.

Neste artigo, nós adaptamos esse indicador proposto por Hausmann *et al.* (2011) para calcular o potencial de complexidade das microrregiões brasileiras. Utilizamos a medida de densidade discutida acima, que representa a distância de cada atividade econômica para a estrutura produtiva atual. Em seguida, multiplicamos a distância até as atividades econômicas que não estão presentes nas microrregiões, ponderadas pelo nível de complexidade dessas atividades econômicas. Formalmente:

$$PC_m = \sum_s (d_{m,s}) (1 - M_{m,s}) ICS_s \quad (13)$$

em que: o termo  $(1 - M_{m,s})$  garante que contemos apenas as atividades econômicas em que uma microrregião não está especializada atualmente.

Nós ainda incluiremos as seguintes variáveis de controle: população total (como *proxy* da força de trabalho potencial); o PIB per capita (como um indicador de produtividade agregada); e um indicador utilizado como *proxy* para o nível de habilidade local, descrito como:

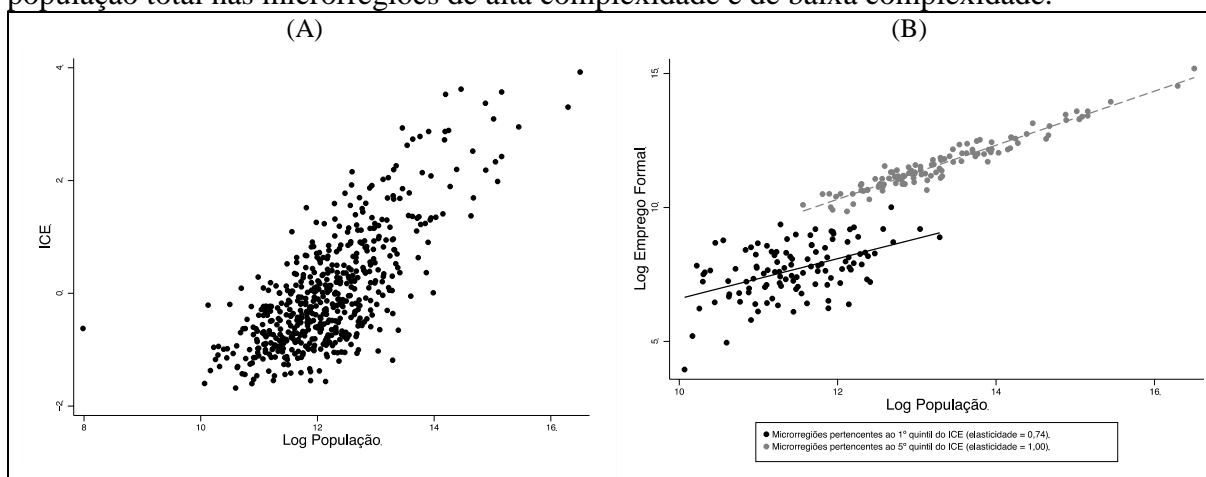
$$educ_m = \frac{grad_m}{emp_m} \quad (14)$$

em que:  $grad_m$  é o número empregos de trabalhadores graduados na microrregião  $m$ .

### 3. COMPLEXIDADE ECONÔMICA E TAMANHO DAS CIDADES

As regiões tornam-se mais complexas à medida que aumentam de tamanho? O Gráfico 2(A) mostra a relação entre a complexidade econômica (ICE) e a população total das microrregiões. Observamos que as microrregiões maiores possuem um perfil industrial mais sofisticado (ICE maiores). O Gráfico 2(B) mostra a relação entre emprego formal e população total nas microrregiões de alta complexidade (quartil superior) e nas microrregiões de baixa complexidade (quartil inferior). Observamos uma inclinação mais acentuada, ou maior elasticidade, no primeiro caso, sugerindo que a resposta do emprego ao tamanho da cidade é maior nas microrregiões mais complexas.

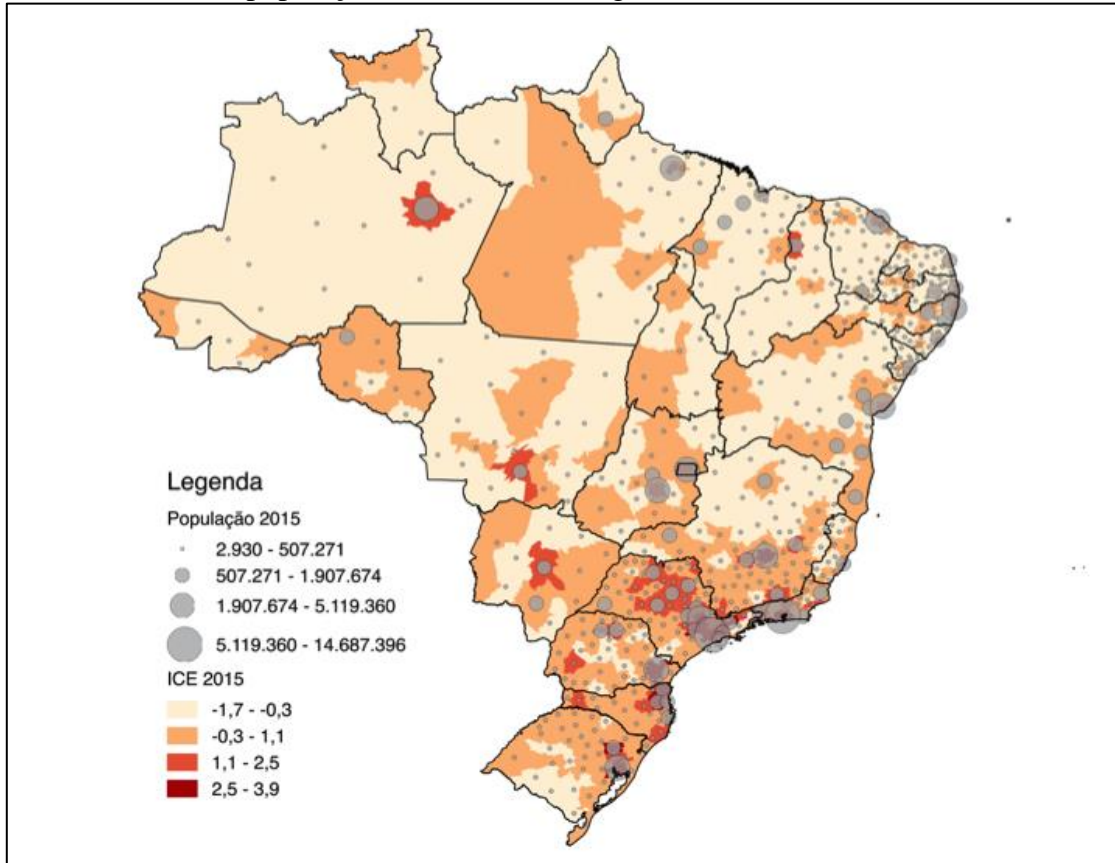
GRÁFICO 2: A. ICE versus tamanho da população nas microrregiões; B. Emprego formal e população total nas microrregiões de alta complexidade e de baixa complexidade.



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 3 mostra o ICE e a população total em 2015 para todas as microrregiões brasileiras. A figura reforça que quanto maior a população de uma microrregião, mais complexa ela é. A figura também mostra que a distribuição da complexidade no Brasil é bastante concentrada em regiões mais populosas, principalmente nas microrregiões de São Paulo e nas capitais dos demais estados.

FIGURA 3: ICE e população total das microrregiões brasileiras - 2015.



Fonte: Elaboração própria.

A fim de examinar sistematicamente a mudança na distribuição de mão de obra pela complexidade das atividades econômicas, calculamos a elasticidade do emprego de uma atividade econômica em uma microrregião em relação ao tamanho da microrregião, conforme proposto por O'Clery *et al.* (2016), da seguinte forma:

$$\ln(emp_{m,s}) = \alpha + \beta \ln(pop_m) + \gamma ICS_s + \delta ICS_s \ln(pop_m) + \varepsilon \quad (15)$$

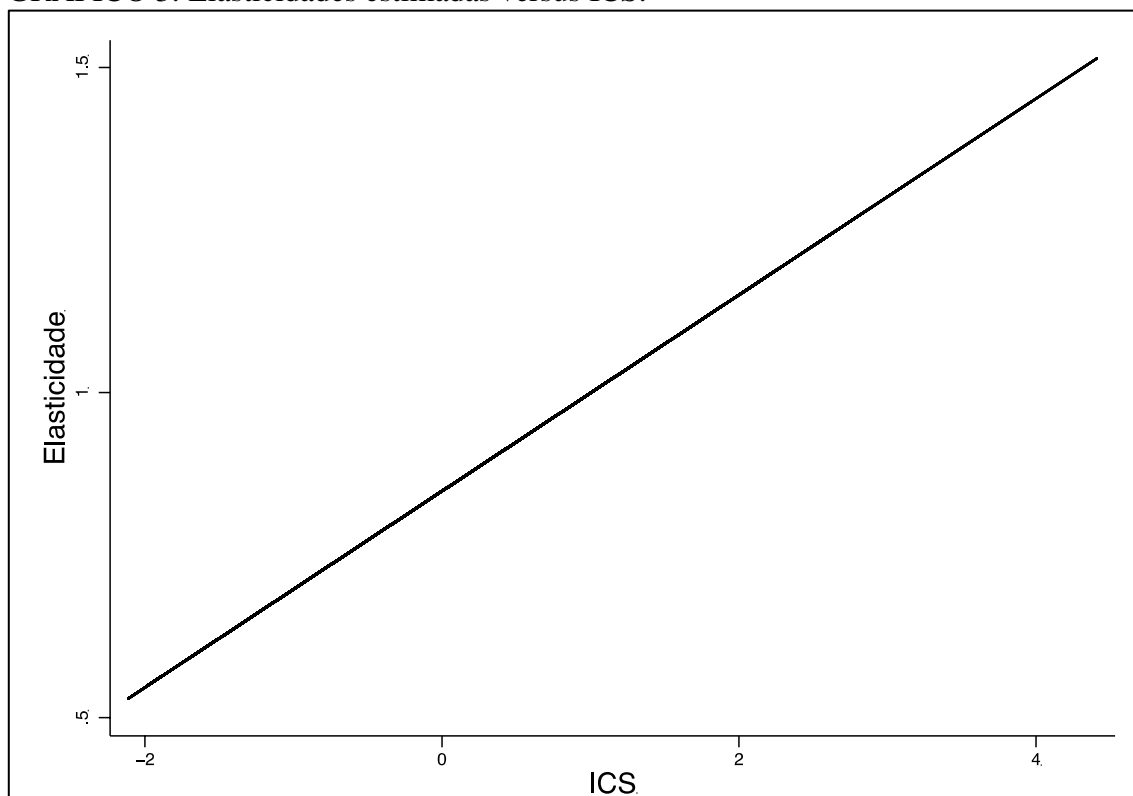
em que:  $pop_m$  é a população total da microrregião  $m$ ; e  $ICS_s$  denota a complexidade da atividade econômica  $s$ . Em seguida, calculamos os coeficientes de elasticidade (isto é, considerando a derivada como  $\ln(pop_m)$ ):

$$\frac{\partial \ln(emp_{m,s})}{\partial \ln(pop_m)} = \beta + \delta ICS_s \quad (16)$$

para cada atividade econômica  $s$ .

O Gráfico 3 mostra as elasticidades estimadas em função da complexidade das atividades econômicas (Equação 16), e a Tabela 2 mostra os resultados estimados pela regressão da Equação 6. Observamos que o emprego formal em indústrias mais complexas aumenta mais rapidamente à medida que a população aumenta, ou seja, grandes regiões absorvem uma maior parcela de indústrias complexas do que as regiões menores.

GRÁFICO 3: Elasticidades estimadas versus ICS.



Fonte: Elaboração própria.

TABELA 2: Resultado estimado pela regressão da Equação 6.

	Log Emprego Formal	Coefficiente
Log População		0,848*** (0,004)
ICS		-2,449*** (0,061)
Interação		0,151*** (0,005)
Constante		-8,09*** (0,057)
R2		0,18
N		185.000

Fonte: Elaboração própria com dados para 2015.

Obs.: Os erros padrão robustos de cada estimativa estão entre parênteses; \* significativa a 10%; \*\* significativa a 5%; \*\*\* significativa a 1%.

As cidades maiores possuem uma variedade maior de habilidades que podem ser combinadas, de maneiras que cidades menores não podem. Essa análise é uma evidência do papel da dependência de trajetória e da complexidade econômica no crescimento do emprego formal. Na seção seguinte, utilizaremos uma métrica baseada em rede para capturar essas dinâmicas e para avaliar o crescimento do emprego formal nas regiões.

#### 4. POTENCIAL DE COMPLEXIDADE E GERAÇÃO DE EMPREGO FORMAL

A seção anterior descreveu o papel que a complexidade econômica desempenha na criação de empregos formais e como esse processo opera mais fortemente nas cidades maiores, com uma base de habilidades mais diversificada. Utilizamos nessa seção o Potencial de Complexidade, que sugere que tanto a estrutura de conexões entre as indústrias quanto a complexidade da indústria influenciam o processo de diversificação. Aqui, mostraremos que a taxa na qual as regiões criam empregos formais é largamente determinada pelo conjunto inicial de habilidades (conforme capturado por sua estrutura industrial existente) e sua proximidade com indústrias complexas.

O'Clery *et al.* (2016) propõem o modelo a seguir para realizar este teste:

$$\Delta formal_{m,t+1} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(PC_{m,t}) + \alpha_2 formal_{m,t} + controles + \varepsilon \quad (17)$$

em que:  $\Delta formal_{m,t+1}$  é a mudança da taxa de emprego formal entre os períodos  $t = 2010$  e  $t + 1 = 2015$ ;  $PC_{m,t}$  é o potencial de complexidade de uma microrregião no período inicial (2010); e  $formal_{m,t}$  é a taxa de emprego formal inicial. O  $PC$  captura informações sobre o potencial de crescimento de indústrias específicas (impulsionadas pela existência de indústrias ausentes, mas semelhantes) e o nível de complexidade dessas. Os controles incluem a população total (como *proxy* da força de trabalho potencial), o PIB per capita inicial (um indicador de produtividade agregada), o ICE inicial da microrregião e o nível de habilidade local representado pela participação do emprego com curso superior sobre o emprego total.

A Tabela 3 apresenta os resultados da estimação da Equação 17 por mínimos quadrados ordinários com erros padrão robustos. Em todas as estimações, o coeficiente estimado da taxa de emprego formal inicial foi significativo e apresentou sinal negativo. Isso indica que a mudança na taxa de emprego formal é mais rápida nas microrregiões que inicialmente têm uma taxa de emprego formal mais baixa. Nas colunas II, III e IV, o coeficiente estimado do tamanho da população também foi significativo e apresentou sinal negativo, também indicando que a mudança na taxa de emprego formal é mais rápida nas microrregiões menores. O PIB per capita, que se destina a explicar as diferenças de produtividade, também foi significativo e apresentou sinal positivo, indicando que a produtividade mais alta contribuiu para o aumento das taxas de emprego formal.

O potencial de complexidade é um determinante robusto do crescimento do emprego formal. O coeficiente é sempre significativo e muito estável, mesmo após a inclusão de outras variáveis explicativas. Os resultados sugerem que, mantendo tudo o mais constante, um aumento de 1% no potencial de complexidade está associado a um aumento de 0,88% na taxa de formalidade durante o período estudado de cinco anos (2010 a 2015).

TABELA 3: Resultados dos modelos estimados para a variável dependente variação da taxa de emprego formal (2010-2015).

	(I)	(II)	(III)	(IV)
ln(PC)	0,345*** (0,081)	0,818*** (0,099)	0,744*** (0,105)	0,884*** (0,11)
Taxa de emprego formal inicial	-0,086*** (0,015)	-0,103*** (0,014)	-0,134*** (0,020)	-0,060*** (0,022)
ln(População)		-0,753*** (0,091)	-0,698*** (0,099)	-0,296*** (0,109)
ln(PIB per capita)			0,510** (0,218)	0,676*** (0,222)
Educação			0,020* (0,012)	0,035*** (0,012)
ECI				-1,081*** (0,159)
Constante	0,931*** (0,081)	9,614*** (1,064)	4,333* (2,501)	-3,200 (2,701)
R2 ajustado	0,09	0,19	0,21	0,27
F	17,2	32,6	22,2	26,4
N	558	558	558	558

Fonte: Elaboração própria, período inicial ( $t$ ) é 2010 e final ( $t+1$ ) é 2015.

Obs.: Os erros padrão robustos de cada estimativa estão entre parênteses; \* significativa a 10%; \*\* significativa a 5%; \*\*\* significativa a 1%.

É importante ressaltar que o potencial de complexidade, nossa principal variável explicativa, é sempre significativo com um coeficiente muito estável. Na Tabela 4 a amostra foi dividida de formas alternativas para testar a robustez da variável explicativa principal. Todas as estimativas incluem, além do potencial de complexidade, os demais controles que utilizamos na coluna IV da Tabela 3. As primeiras quatro colunas comparam pequenas microrregiões (primeiro quintil, nas colunas I e II) e grandes microrregiões (último quintil, nas colunas III e IV). O coeficiente do potencial de complexidade foi significativo e apresentou sinal positivo em ambos os casos (antes e depois dos controles). Além disso, o impacto do potencial de complexidade é maior nas microrregiões maiores do que nas microrregiões menores, sugerindo que a diversificação produtiva em direção a indústrias tecnologicamente próximas de indústrias mais complexas contribui de forma mais significativa para a criação de emprego formal nas regiões maiores do que nas menores.

As quatro últimas colunas comparam as microrregiões menos complexas (primeiro quintil, nas colunas V e VI) e mais complexas (último quintil, nas colunas VII e VIII). O coeficiente do potencial de complexidade apresentou sinal positivo, no entanto foi significativo apenas nas estimativas realizadas para as microrregiões mais complexas (colunas VII e VIII). Ou seja, as microrregiões menos complexas possuem grande dificuldade para seguir com diversificação produtiva em direção a indústrias tecnologicamente próximas de indústrias mais complexas.

TABELA 4: Resultados dos modelos estimados para a variável dependente variação da taxa de emprego formal para subamostras de tamanho e complexidade das microrregiões (2010-2015).

	Pequenas microrregiões		Grandes microrregiões		Menos complexas		Mais complexas	
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)
ln(PC)	0,433*** (0,126)	0,818*** (0,206)	0,496** (0,231)	1,258*** (0,208)	0,082 (0,081)	0,170 (0,235)	0,378** (0,184)	1,373*** (0,471)
Taxa de emprego formal inicial	-0,056 (0,037)	0,030 (0,056)	-0,122*** (0,024)	-0,066** (0,031)	0,091 (0,080)	-0,032 (0,065)	-0,131*** (0,029)	-0,071** (0,036)
ln(População)		0,016 (0,299)		-0,384** (0,194)		-0,140 (0,225)		-0,492 (0,357)
ln(PIB per capita)		0,221 (0,516)		0,135 (0,249)		0,870 (0,628)		0,214 (0,443)
Educação		0,004 (0,022)		0,065** (0,025)		0,027 (0,016)		0,067** (0,033)
ECI		-2,11*** (0,476)		-1,029*** (0,203)		0,041 (0,633)		-1,097*** (0,319)
Constante	1,069*** (0,205)	-3,382 (5,985)	0,598 (0,399)	1,877 (3,31)	0,475*** (0,148)	-5,462 (7,113)	1,208 (0,870)	2,483 (6,043)
R2 ajustado	0,07	0,21	0,23	0,44	0,05	0,15	0,17	0,35
F	6,8	5,1	21,2	22,3	3,6	3,0	10,1	9,3
N	112	112	111	111	112	112	111	111

Fonte: Elaboração própria, período inicial ( $t$ ) é 2010 e final ( $t+1$ ) é 2015.

Obs.: Os erros padrão robustos de cada estimativa estão entre parênteses; \* significante a 10%; \*\* significante a 5%; \*\*\* significante a 1%.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura produtiva das regiões torna-se mais complexas à medida que aumentam de tamanho? Neste artigo apresentamos evidências empíricas de que atividades econômicas complexas se concentram mais nas grandes regiões. Procuramos avaliar também o papel que o tamanho das regiões desempenha na criação de empregos formais, ou seja, que a aglomeração urbana facilita a exploração pelas empresas de um conjunto maior e mais diversificado de habilidades.

Fizemos uso da abordagem de complexidade econômica e mostramos que as indústrias mais complexas aumentam de tamanho mais rapidamente quanto maior for a população de uma região. Assim, as regiões maiores, com um conjunto maior e mais diversificado de habilidades, têm mais probabilidade de desenvolver novas indústrias complexas. Para testar essa hipótese, definimos uma medida de potencial de complexidade que captura o potencial de uma microrregião para diversificar em setores mais complexos. Uma microrregião bem posicionada, exibindo um potencial de alta complexidade, normalmente abriga uma série de indústrias que compartilha habilidades com indústrias de alta complexidade. Os testes econométricos indicam que o potencial de complexidade tem forte poder preditivo para explicar a variação da taxa de emprego formal.

A constatação de que atividades econômicas mais complexas se aglomeram com mais força em regiões maiores tem importantes implicações para a desigualdade espacial. Se a complexidade e a aglomeração não puderem ser separadas, a desigualdade espacial observada entre grandes e pequenas regiões continuará a aumentar com o progresso tecnológico. Isso acontece quando as empresas que trabalham nas atividades econômicas mais complexas, que impulsionam o crescimento econômico (como as farmacêuticas, a inteligência artificial e os serviços de dados), continuam se concentrando em algumas grandes regiões. Os formuladores de políticas devem reconhecer que as forças geradoras de crescimento e inovação podem ser as mesmas forças que estão contribuindo para aumentar a desigualdade espacial.

Um caminho para a geração de emprego formal nas regiões está em facilitar a mobilização e o desenvolvimento de habilidades produtivas para implementar indústrias mais complexas, removendo barreiras, fornecendo incentivos ou projetando e implementando planos de realocação industrial para o desenvolvimento de indústrias com potencial, dada a disponibilidade atual de habilidades nas regiões.

## REFERENCIAL TEÓRICO

- BALLAND, P.A.; JARA-FIGUEROA, C.; PETRALIA, S.; STEIJN, M.; RIGBY, D.; HIDALGO, C. (2018) Complex Economic Activities Concentrate in Large Cities. **Papers in Evolutionary Economic Geography**, n.18.
- BETTENCOURT, L.; SAMANIEGO, H.; YOUN, H. (2014) Professional diversity and the productivity of cities. **Scientific reports**, v.4, n.5393.
- FREITAS, E.E. (2019) Indústrias relacionadas, complexidade econômica e diversificação regional: uma aplicação para microrregiões brasileiras. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p.149.
- GLAESER, E.L.; KALLAL, H.D.; SCHEINKMAN, J.A.; SCHLEIFER A. (1992) Growth in Cities, **Journal of Political Economy**, v.100, n.6, p.1126-1152.
- HAUSMANN, R.; HIDALGO C.A.; BUSTOS, S.; COSCIA, M.; CHUNG, S.; JIMENEZ, J.; SIMÕES, A.; YILDIRIM, M. A (2011) **The Atlas of Economics Complexity – Mapping Paths to prosperity**. Puritan Press, p. 364.
- HAUSMANN, R.; HIDALGO, C.A. (2010), Country diversification, product ubiquity, and economic divergence, **CID Working Paper N. 201**, Center for International Development, Harvard University.
- HAUSMANN, R.; KLINGER B. (2007) The structure of the product space and the evolution of comparative advantage. **CID working paper n. 146**, Center for International Development, Harvard University, Cambridge.
- HENDERSON, J.V.; KUNCORO, A.; TURNER, M. (1995) Industrial development in cities, **Journal of Political Economy**, v.103, n5, p.1067-1085.
- HIDALGO, C.; HAUSMANN, R. (2009) The building blocks of economic complexity, **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.106, n.26, p.10570–10575.
- HIDALGO, C.A.; KLINGER, B.; BARABÁSI, A.-L.; HAUSMANN, R. (2007) The Product Space Conditions the Development of Nations, **Science**, v.317, n.5837, p.482-487.
- JACOBS, J. (1969) **The Economy of Cities**. New York: Vintage Books.
- MARSHALL, A. (1890) **Principles of economics**. Palgrave Classics in Economics, Palgrave Macmillan, London, 8ed. reimpressão em 2013.
- NAKAMURA, R. (1985) Agglomeration economies in urban manufacturing industries: a case of Japanese cities. **Journal of Urban Economics**, v.17, n.1, p.108-124.
- NEFFKE, F.M.; HENNING, M.S; BOSCHMA, R. (2011) How Do Regions Diversify over Time? Industry Relatedness and the Development of New Growth Paths in Regions. **Economic Geography**, v.87, n.3, p.237-65.
- O’CLERY, N.; GOMEZ-LIEVANO, A.; LORA, E. (2016) The Path to Labor Formality: Urban Agglomeration and the Emergence of Complex Industries, **CID Working Paper No. 78**, Center for International Development, Harvard University.
- SIMÕES, R.; HERMETO, A.; AMARAL, P. (2006) Rede urbana metropolitana: uma análise da estrutura terciária de Belo Horizonte. **Ensaio FEE**, v.27, n.2, p.471-513.