

# A INFLUÊNCIA LOCAL DO CONHECIMENTO NOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO

*The local influence of knowledge on innovation processes*

*La influencia local del conocimiento en los procesos de  
innovación*

DOI: 10.48075/igepec.v28i2.32787

Marcos Aurélio Brambilla  
UNICESUMAR

Viviane Sartori  
UNICESUMAR

Maria Ligia Ganacim Granado Rodrigues Elias  
UNICESUMAR

# A INFLUÊNCIA LOCAL DO CONHECIMENTO NOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO

*The local influence of knowledge on innovation processes*

*La influencia local del conocimiento en los procesos de innovación*

Marcos Aurélio Brambilla<sup>1</sup>

Viviane Sartori<sup>2</sup>

Maria Ligia Ganacim Granado Rodrigues Elias<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente estudo tem como objetivo avaliar a existência de aglomerados de inovação entre países, bem como analisar a influência local do conhecimento sobre a inovação. Para isso, foram utilizadas as abordagens de Análise Exploratória de Dados Espaciais e de Regressão Ponderada Geograficamente. Os resultados indicaram que há dependência espacial da inovação entre os países, com a maior concentração de países no *cluster* com alto indicador de inovação no continente europeu e a maior aglomeração de países com baixo indicador de inovação no continente africano. O estudo também evidenciou impacto positivo local de anos de estudo sobre a inovação em países do continente asiático e do Leste Europeu e impacto positivo local da inovação em países vizinhos sobre a inovação em países do Sudeste Asiático e da Oceania. O estudo evidencia que o conhecimento e os países vizinhos influenciam os processos de inovação de forma heterogênea.

**Palavras-chave:** Conhecimento; Inovação; Estatística espacial. Desenvolvimento regional.

**Abstract:** *The present study aims to assess the existence of innovation clusters between countries, as well as to analyze the local influence of knowledge on innovation. Exploratory Spatial Data Analysis and Geographically Weighted Regression were used for this purpose. The results indicate that there is spatial dependence of innovation between countries, with the highest concentration of countries in the cluster with high innovation indicators in the European continent and the largest agglomeration of countries with low innovation indicators in the African continent. The study also showed a positive local impact of years of study on innovation in countries of the Asian and Eastern European continents and a positive local impact of innovation in neighboring countries on innovation in countries of Southeast Asia and Oceania. In summary, this study shows that knowledge and neighboring countries influence innovation processes in a heterogeneous way.*

**Keywords:** Knowledge; Innovation; Spatial statistic. Regional development

**Resumen:** *El presente estudio tiene como objetivo evaluar la existencia de clusters de innovación entre países, así como analizar la influencia local del conocimiento sobre la innovación. Para ello, se utilizaron los enfoques de Análisis Exploratorio de Datos Espaciales y Regresión Ponderada Geográficamente. Los resultados indicaron que existe dependencia espacial de la innovación entre los países, con la mayor concentración de países en el cluster con alto indicador de innovación en el continente europeo y la mayor aglomeración de países con bajo indicador de innovación en el continente africano. El estudio también evidenció un impacto local positivo de los años de estudio sobre la innovación en países del continente asiático y de Europa del Este, y un impacto local positivo de la innovación en países vecinos sobre la innovación en países del sudeste asiático y Oceanía. En resumen, el estudio evidencia que el conocimiento y los países vecinos influyen en los procesos de innovación de forma heterogénea.*

**Palabras clave:** Conocimiento; Innovación; Estadísticas espaciales. Desarrollo regional.

---

<sup>1</sup> Doutor em Teoria Econômica pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professor do Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações da Unicesumar, Maringá. E-mail: marcos-brambilla@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora do Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações da Unicesumar. E-mail: viviane.sartori@unicesumar.edu.br

<sup>3</sup> Doutora em Ciência Política pela Universidade de São Paulo (USP). Bolsista Produtividade em Pesquisa do Instituto Cesium de Ciência, Tecnologia e Inovação ICETI. Professora do Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações da Unicesumar. E-mail: maria.el@unicesumar.edu.br



## INTRODUÇÃO

Uma das principais vertentes da economia do conhecimento é a inovação, responsável por acelerar avanços sociais. A inovação pode se dar em diversos âmbitos. Segundo o Manual de Oslo (OCDE, 2004), a inovação pode ser um bem ou serviço melhorado, um novo processo, um novo método organizacional ou uma nova maneira de abordar o *marketing*. Porém, essas situações se tornam inovação apenas quando são implementadas no mercado.

Nesse sentido, para avaliar a inovação de qualquer região, devem-se levar consideração os aspectos da inovação apresentados no parágrafo anterior. Mas, devido à dificuldade de dados, os estudos utilizam *proxys* limitadas para representar a inovação, como a quantidade de patentes (Araújo; Garcia, 2019; Basche, 2022). Em 2007, foi criado o Índice Global de Inovação (IGI) para países, mensurado pelo Instituto Europeu de Administração de Empresas (INSEAD – *Institut Européen d'Administration des Affaires*) (INSEAD, 2007). Os dados mais recentes do IGI são de 2022, que atualmente é mensurado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO – *World Intellectual Property Organization*), em parceria com outros institutos (WIPO, 2022).

O IGI foi considerado a *proxy* neste estudo por abarcar diversos aspectos relacionados à inovação, com vistas a proporcionar maior assertividade na avaliação da inovação. Esse indicador contempla o subíndice de insumos de inovação, composto pelos pilares instituições, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação do mercado e sofisticação empresarial, além do subíndice de produtos de inovação, composto pelos pilares produtos de conhecimento e tecnologia e produtos criativos (WIPO, 2022).

Um aspecto fundamental para contribuir para o avanço da inovação é o conhecimento (Araújo; Garcia, 2019; Ayalew *et al.*, 2020; Barra; Maietta; Zotti, 2020; Oh *et al.*, 2022; Bąk; Wawrzyniak; Oesterreich, 2022). O pilar capital humano e pesquisa está relacionado a aspectos de financiamento e da vida do estudante na educação básica, à entrada e à mobilidade de estudantes no ensino superior e a aspectos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (WIPO, 2022).

Com isso, é possível avaliar como o conhecimento da população pode influenciar a inovação nos países. Tendo em vista que todos os investimentos realizados nos indivíduos ao longo de sua trajetória educacional geram diversos tipos de conhecimento, formando profissionais com diversas competências. Esse conjunto de competências dos indivíduos de uma sociedade é conhecido como capital humano, que oferece condições para o desenvolvimento econômico.

Outro aspecto influenciador da inovação é a proximidade geográfica (Araújo; Garcia, 2019). Países mais próximos tendem a contribuir com o processo inovativo por meio de parcerias internacionais, proporcionando benefícios mútuos (Basche, 2022). A partir do contexto apresentado, este estudo busca responder os seguintes problemas de pesquisa: há dependência espacial da inovação? Se sim, quais regiões apresentam *clusters* nacionais com altos e baixos níveis de inovação? Qual o impacto local dos anos de estudo sobre a inovação?

Para isso, este artigo tem como objetivo analisar a distribuição espacial da inovação entre países, bem como a influência local do conhecimento sobre a inovação. Este artigo contribui em inferir a existência de agrupamentos espaciais com alto nível de inovação e avaliar o impacto local de anos de estudo sobre a inovação entre os países. Dessa forma, a contribuição do trabalho é oferecer subsídios para a formulação de políticas públicas, visando o fomento da inovação em diferentes contextos regionais.

## 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Conhecimento e inovação são elementos correlacionados (Westeren e Simila, 2022) que impactam a sociedade, reverberando no desenvolvimento regional (Engel e Arend, 2011). O conhecimento é a base estrutural da inovação e permite a criação e promoção da competitividade, condição necessária para o desenvolvimento das nações (Zouain *et al.*, 2008; Tidd; Bessant; Pavitt, 2015). A inovação está presente em todos os setores da sociedade, permeando diversas organizações, incluindo os setores de saúde, educação, indústria e acadêmico, impactando as formas de ver e compreender as transformações sociais e econômicas (Okano; Fernandes, 2017, Prim, 2021).

O processo de implementação da inovação, em cujos alicerces repousa o conhecimento, tem, na Gestão do Conhecimento (GC), estratégias, métodos e práticas que permitem aos diversos tipos de organizações coletar, armazenar, acessar, compartilhar e gerar conhecimento, o que corrobora para aumentar a produtividade e a competitividade. A utilização dos elementos da GC contribui positivamente com a inovação, propiciando condições para produzir novas ideias, produtos ou serviços, o que permite às organizações melhorar o desempenho e a produtividade (OCDE, 2004; Sartori, 2017).

A sinergia necessária para integrar diferentes atores que compõem a inovação e seus processos está pautada em conhecimentos das mais variadas áreas, em especial aqueles que constituem o conhecimento científico, tecnológico, mercadológico, de negócios e jurídicos, ou seja, são ações globalizadas que têm provocado mudanças institucionais importantes em vários países considerados desenvolvidos, em diversas vertentes, tornando a economia inovadora, fortalecendo as ações intensivas em conhecimento (Arbix *et al.*, 2010; Sartori, 2017).

Considerado que a inovação ocorre de forma diferente em locais diferentes, ela conta com recursos dos espaços internos e externos da organização para se materializar. A criação e a difusão do conhecimento estão entrelaçadas a esses espaços, pois dependem da produção científica na academia, nas indústrias, na sociedade como um todo, num movimento recorrente, holístico. Em regiões com alta concentração de profissionais qualificados, é possível criar uma rede de conexões através da qual o conhecimento é difundido e capaz de impactar os processos inovativos (Araújo; Garcia, 2019).

A inovação se promove pela interação, cooperação e por um processo de aprendizagem coletiva e colaborativa, alinhando-se à economia baseada no conhecimento (Capello; Lenzi, 2013, p. 86), o que pode ser influenciado, por exemplo, por agências de inovação em instituições de ensino (Rodrigues *et al.*, 2021).

No caso brasileiro, Viotti *et al.* (2022) observam que há consenso entre cientistas, políticos, economistas e empresários de que a produção científica no Brasil está aumentando em ritmo acelerado, sem que a inovação a acompanhe. Essa desconexão pode ser percebida na comparação entre os indicadores de produção científica e os de patentes de utilidade, embora se deva considerar as limitações presentes nas inferências usualmente realizadas sobre dados de patentes para avaliação da força dos processos de inovação. De acordo com os autores, o crescimento relativamente acelerado do conhecimento científico talvez possa ser menos significativo para a inovação e o desenvolvimento tecnológico em países em desenvolvimento como o Brasil do que é normalmente esperado das economias mais desenvolvidas. Sistemas nacionais de inovação de economias mais avançadas e suas empresas são mais capazes de se beneficiarem dos avanços no conhecimento

científico do que sistemas e empresas de países em desenvolvimento como o Brasil, que, segundo Viotti *et al.* (2022), seriam mais bem descritos como sistemas nacionais de aprendizagem tecnológica do que como sistemas nacionais de inovação.

De qualquer forma, há uma relação intrínseca entre conhecimento e inovação, e o novo patamar ao qual o conhecimento foi levado está desenhando uma nova economia, configurando a sociedade da informação e do conhecimento, onde a matéria-prima física e a energia investida nos produtos são cada vez menos valorizadas, ocorrendo a transferência do valor para o conhecimento. Isso tem promovido uma nova forma de organização social: a força muscular foi substituída pela força mental (North, 2010). Logo, em regiões com mais conhecimento, tendem a fornecer ativos mais eficientes relacionados à inovação, fomentando serviços especializados, profissionais qualificados e possibilitando inovações multidimensionais (Araújo; Garcia, 2019).

Portanto, sendo o conhecimento um dos principais fatores para o avanço da inovação na sociedade do conhecimento, ao aplicá-lo de maneira criativa e inovadora, produzem-se novas ideias, produtos ou serviços, o que permite às organizações melhorar o desempenho e a produtividade, impactando no aumento da qualidade de vida da população. Desse modo, evidencia-se que a inovação não é possível existir sem o conhecimento.

O Manual de Oslo de 2004 aponta a necessidade de se cumprir estas seis condições estruturais para que a inovação possa ocorrer: [1] o sistema educacional básico para a população em geral, que determina os padrões educacionais mínimos da força de trabalho e do mercado consumidor doméstico; [2] a infraestrutura de comunicações, de estradas, telefones e comunicações eletrônicas; [3] as instituições financeiras, que determinam, por exemplo, a facilidade de acesso a capital de risco; [4] o contexto legal e macroeconômico, como legislação sobre patentes, taxação, regras que regem as empresas — e as políticas referentes a juros e taxas de câmbio, tarifas e concorrência; [5] a acessibilidade ao mercado, incluindo possibilidades de estabelecimento de relações estreitas com os clientes, bem como questões como tamanho e facilidade de acesso; [6] a estrutura da indústria e o ambiente competitivo, incluindo a existência de empresas fornecedoras em setores complementares da indústria (OCDE, 2004, p. 37-38).

Observa-se que o conhecimento permeia, de forma direta ou indireta, todas as estruturas básicas para a inovação, inclusive aquelas que impactam os processos educacionais. Visto que a educação é um dos principais meios de adquirir conhecimento, o acesso à educação de qualidade é primordial para o desenvolvimento econômico dos países. Ao ter acesso a informações, conhecimentos e tecnologias mais avançadas, as pessoas se capacitam para desenvolver novos produtos e serviços, gerando riqueza e emprego para as comunidades, logo, podem inovar e contribuir para um desenvolvimento sustentável em todos os segmentos da sociedade (Araújo; Garcia, 2019).

Em suma, o conhecimento é essencial para o avanço da inovação na sociedade do conhecimento. Essa inovação é fundamental para o desenvolvimento econômico dos países, o que requer o acesso à educação de qualidade para que as pessoas possam adquirir conhecimento e desenvolver novos produtos e serviços para a sociedade, propiciando bem-estar aos cidadãos.

### 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir os objetivos do presente estudo, foram inicialmente aplicadas as ferramentas metodológicas da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), utilizando as estatísticas *I* de Moran global e local para investigar a distribuição das aglomerações e a possível correlação espacial da inovação entre os países. Posteriormente, a fim de verificar a contribuição do conhecimento para o avanço da inovação em uma perspectiva local, utilizou-se a inferência da Regressão Ponderada Geograficamente (RPG).

Para a estimação da AEDE, empregou-se o *software* Geoda 1.16; para a estimativa da RPG, utilizou-se o *software* GWR4 4.0; e para a construção dos mapas temáticos, adotou-se o *software* Quantum GIS 3.6.

#### 3.1 – FONTE DE DADOS E ESPECIFICAÇÕES DO MODELO

Os dados utilizados neste artigo foram extraídos do Banco Mundial (BANCO MUNDIAL, 2022), do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2022) e do relatório do Índice Global de Inovação de 2019 (IGI, 2019). Quanto ao número de observações, o estudo abrangeu 114 países, devido à disponibilidade de dados para o modelo. A variável dependente representa o nível de inovação dos países.

No que diz respeito às variáveis independentes, que afetam a inovação das economias nacionais, foram divididas em dois grupos: variáveis de interesse, que verificam em que medida o conhecimento contribui para o avanço da inovação nos países; e variáveis de controle, para o ajuste do modelo, relacionadas aos investimentos e ao desenvolvimento econômico.

Para avaliar a inovação, utilizou-se o Índice Global de Inovação (IGI), mensurado pela média de dois subíndices: insumos de inovação e produtos de inovação. O subíndice de insumos de inovação é composto por cinco pilares: instituições, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação do mercado e sofisticação empresarial. O subíndice de produtos de inovação é composto por dois pilares: produtos de conhecimento e tecnologia e produtos criativos. Os pilares dos dois subíndices contemplam 80 indicadores (WIPO, 2022).

O estudo de Viotti *et al.* (2022) destaca limitações nos indicadores de resultado de inovação. Contudo, o Índice Global de Inovação (IGI) permanece como o principal indicador de inovação mundial, pois avalia o ecossistema inovador nas economias. Neste trabalho, o IGI foi adotado como *proxy* para a inovação. Quanto às variáveis independentes, foram selecionadas aquelas disponíveis com informações suficientes dos países para a estimação do modelo.

Entre as variáveis de interesse, foram incluídas no modelo as *proxys* média de anos de estudo (ANO\_EST) e desigualdade educacional (DES\_EDU). A média de anos de estudo corresponde ao número médio de anos de educação recebidos por pessoas com 25 anos ou mais, convertidos dos níveis de escolaridade usando as durações oficiais de cada nível. A desigualdade educacional é estimada pela desigualdade da distribuição dos anos de escolaridade com base em dados de pesquisas domiciliares estimadas pelo índice de desigualdade de Atkinson: quanto mais próximo de 0 for o indicador, maior é a desigualdade, e quanto mais próximo de 1, menor é a desigualdade (PNUD, 2022).

A não inclusão das variáveis relacionadas aos gastos com educação, matrículas no ensino superior, concluintes do ensino superior e investimentos em pesquisa e desenvolvimento deve-se à restrição de dados na amostra dos países. A consideração

destas variáveis impactaria a qualidade do modelo, resultando em possíveis vieses, devido à perda de graus de liberdade associada à redução do número de observações do modelo. Adicionalmente, essas variáveis são indicadores que desempenharam um papel crucial na construção do pilar "capital humano" do subíndice "insumos de inovação", o que poderia introduzir problemas de endogeneidade<sup>4</sup>, influenciando negativamente os resultados.

Vale ressaltar que as *proxys* incorporadas no modelo não apresentam preocupações relacionadas à endogeneidade, uma vez que o IGI abrange tanto insumos quanto produtos de inovação, enquanto as *proxys* das variáveis conhecimento estão vinculadas a indicadores educacionais.

Quanto às variáveis de controle, foram selecionadas duas *proxys*: a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) (BANCO MUNDIAL, 2022) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (PNUD, 2022). A Formação Bruta de Capital Fixo representa o nível de investimentos reais da economia, fonte indispensável para a ampliação e criação de novas empresas. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mostra o nível de desenvolvimento econômico nacional. A relação de causa e efeito das quatro variáveis independentes na inovação dos países leva à hipótese de impacto positivo.

Foram apresentados os fatores que influenciam a inovação, entre eles as variáveis de controle e as variáveis de interesse. No entanto, na avaliação de como o conhecimento pode influenciar a inovação local entre os países, os mesmos também podem sofrer influência da região, ou seja, de países próximos. Nesse sentido, também deve ser levado em conta o efeito advindo da região para inovação nacional. Para isso, foi utilizada a abordagem da estatística espacial, especificada no tópico a seguir.

### 3.2 – MÉTODO: ESTATÍSTICA ESPACIAL

De acordo com Anselin (1996), a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) consiste na técnica de descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (*outliers* espaciais), descobrir padrões de associação espacial (*clusters* espaciais) e sugerir diferentes regimes espaciais e outras formas de instabilidade. Para isso, é necessário considerar um tipo de ponderação espacial, representado por uma matriz de pesos espaciais.

As matrizes de pesos espaciais mais utilizadas pela literatura são as matrizes *rainha*, *torre* e *k-vizinhos mais próximos*. Neste trabalho, foram testadas essas matrizes e utilizada aquela que apresentar a maior autocorrelação espacial. Segundo Almeida (2012), para testar se os dados estão autocorrelacionados no espaço, pode-se empregar o método estatístico *I* de Moran, coeficiente de autocorrelação espacial que utiliza a medida de autocovariância na forma de produto cruzado. A investigação em nível local pode ser realizada utilizando-se os indicadores de associação espacial (LISA – *Local Indicators of Spatial Association*).

Para a identificação dos efeitos espaciais, é necessário utilizar uma das matrizes de pesos espaciais. Segundo Almeida (2012), a convenção de contiguidade *rainha* considera, além das fronteiras com extensão diferente de 0, também os vértices (nós) como contíguos na visualização de um mapa, enquanto a convenção de contiguidade *torre* considera apenas as fronteiras físicas com extensão diferente de 0 entre as regiões. Dessa forma, a matriz de pesos espaciais *rainha* pode apresentar até

<sup>4</sup> O problema de endogeneidade poderia ocorrer pela variável dependente apresentar dados similares aos dados de variáveis independentes.

8 vizinhos e a matriz de pesos espaciais *torre* pode apresentar até 4 vizinhos. Formalmente:

$$W_{ij} = \{1 \text{ se } i \text{ e } j \text{ são contíguos; } 0 \text{ se } i \text{ e } j \text{ não são contíguos}\} \quad (1)$$

Em que,  $W_{ij}$  representa a matriz de pesos espaciais.

Outro critério de proximidade utilizado na definição de pesos espaciais é a distância geográfica. A ideia central é que duas regiões próximas geograficamente têm maior interação espacial. A matriz *k-vizinhos mais próximos*,  $W_{ij}(k)$ , é um tipo de convenção que utiliza como critério medidas em quilômetros ou milhas. Formalmente:

$$W_{ij}(k) = \left\{ \frac{1}{d_{ij}} \text{ se } d_{ij} \leq d_i(k); 0 \text{ se } d_{ij} > d_i(k) \right\} \quad (2)$$

em que  $d_{ij}$  é a distância de corte para a região  $i$ , especificamente, para que essa região tenha  $k$ -vizinhos. Assim,  $d_i(k)$  é a menor distância para a região  $i$  a fim de que ela possua exatamente  $k$ -vizinhos, sendo o número de  $k$ -vizinhos predefinido.

Neste trabalho, como muitos países não apresentam fronteiras ou apresentam o mínimo de países com fronteira física, a matriz de pesos espaciais mais adequada para ser testada é a de *k-vizinhos*, considerando diferentes números de vizinhos.

Na estatística espacial, existem modelos denominados modelos globais, dentre os quais se destaca o modelo de defasagem espacial (SAR – *Spatial Auto Regressive*). O modelo SAR mostra que a variável dependente  $y$  é influenciada pela variável dependente das regiões vizinhas ( $Wy$ ). Pela multidirecionalidade da dependência espacial, a variável  $Wy$  é endógena, implicando que os valores de  $y$  nas regiões vizinhas influenciam a variável dependente em um processo de causalção circular. Formalmente:

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (3)$$

O  $y$  é um vetor de observações sobre a variável dependente;  $\beta$  consiste nos coeficientes a serem estimados;  $X$  é uma matriz de observações sobre as variáveis explicativas; e  $\varepsilon$  é um vetor de erros. A partir dos parâmetros estimados, assumem um valor constante para todo o espaço analisado, o que pode ser questionado em muitas circunstâncias. É possível assumir que as relações entre as variáveis se diferenciam ao longo das unidades espaciais.

A variação amostral aleatória, que se supõe pequena, relações teóricas que podem variar entre as regiões e erros de especificação estão entre os motivos citados por Almeida (2012) para diferenças nas relações entre as variáveis dispostas do espaço. Dessa maneira, o autor pontua a necessidade de uma análise local para não estimar respostas médias, mas capturar respostas para cada região. Do mesmo modo, esse método de análise pode ajudar na formulação de políticas públicas conforme a necessidade de cada região, além de possibilitar a análise geográfica das diferentes respostas das relações (Almeida, 2012).

Muitos métodos foram criados para analisar o comportamento das variáveis espacialmente. Porém, a Regressão Ponderada Geograficamente (RPG), método desenvolvido por Fotheringham, Brunson e Charlton (2003), permite encontrar parâmetros para cada unidade espacial ou uma versão local da análise de regressão linear. Esses autores estabeleceram a extensão na qual parâmetros estimados podem

variando de um local para outro. Os resultados encontrados por eles mostram que as relações podem variar significativamente no espaço, de modo que uma análise global esconde importantes relações geográficas. Assim, as variações regionais podem ser suficientemente complexas para invalidar o valor médio fornecido pela regressão linear global.

Dessa forma, os métodos de regressão global não se alinham ao propósito delineado para este estudo, uma vez que geram resultados globais, representados por um único coeficiente para um fenômeno específico. Por outro lado, a RPG estima um coeficiente para cada unidade de análise (neste caso, cada país), oferecendo evidências sobre o impacto local do conhecimento na inovação entre as nações.

De acordo com Fotheringham, Brunson e Charlton (2003), o método RPG é uma técnica que estende a regressão linear, permitindo variações locais nas taxas de variação. Dessa maneira, ao contrário da regressão linear tradicional, que parte de uma análise global, os coeficientes estimados são específicos para cada local  $i$ . Desse modo, o RPG estima regressões lineares para cada região, usando subamostras ponderadas dos dados pela distância. Ao atribuir pesos às observações individuais a partir de um ponto focal, ressalta-se o conceito de que a importância relativa decresce à medida que se aumenta a distância desse ponto. Destarte, cria-se uma “janela móvel” sobre o conjunto de observações distribuídas no espaço, de maneira que a influência das observações é diminuída quanto mais se distancia do centro da janela (Almeida, 2012).

Formalmente, a equação do modelo pode ser representada por:

$$y_i = \beta_o(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (4)$$

em que  $(u_i, v_i)$  representa as coordenadas do ponto  $i$  no espaço e  $\beta_k(u_i, v_i)$  é o coeficiente local no ponto  $i$ . De forma prática, o *kernel* usa a distância ( $d_{ij}$ ) entre dois pontos geométricos representando duas regiões, e um parâmetro da largura da banda ( $b$ ), para determinar um peso entre essas duas regiões, que é inversamente relacionado à distância geográfica ( $w_{ij}$ ).

O *kernel* espacial permite fazer a calibragem do modelo para  $n$  subamostras em torno do ponto de regressão  $i$ , formando “janelas móveis”. Cada subamostra é definida pelo *kernel* espacial e sua calibragem pode ser feita para qualquer ponto definido no espaço. Isso permite que a abordagem do RPG seja uma forma de interpolação espacial de dados, prevendo valores sobre a variável dependente ( $y$ ) para regiões onde não há essa informação.

Portanto, a especificação do *kernel* espacial – necessária para a obtenção dos pesos que compõem a diagonal da matriz de ponderação espacial local para cada ponto de regressão  $i$  – depende dos elementos, a saber, uma função matemática na qual foram colocadas as informações sobre as distâncias entre dois pontos geográficos ( $d_{ij}$ ) e um parâmetro de largura da banda ( $b$ ).

Para o presente trabalho, utilizou-se o *kernel* espacial fixo, que mantém constante a largura da banda, sendo mais apropriado na análise de países que apresentam unidades espaciais diversas, localidades de países conglomerados e países muito dispersos uns dos outros. Dessa forma, o *kernel* espacial fixo contribui para a qualidade da estimação, visto que muitos países ficam isolados (Almeida, 2012).

No que concerne à validade do modelo, foi avaliado o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o Critério de Informação Bayesiana (BIC) (Fotheringham;

Brunsdon; Charlton, 2003). Quanto à qualidade do modelo de RPG, foi realizado o teste F (Leung; Mei; Zhang, 2000). Para testar a variabilidade geográfica das variáveis, foram verificados o teste F individual (Fotheringham; Brunsdon; Charlton, 2003) e a diferença de critério; se a diferença de critério da variável apresentar um valor positivo, não existe variabilidade geográfica (Sass; Porsse; Silva, 2016).

### 3.3 – ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Para a avaliação das estatísticas descritivas, foram considerados na Tabela 1 a média, os valores mínimo e máximo, o desvio-padrão e o coeficiente de variação para verificar a dispersão dos dados de cada variável. Foram examinadas todas as variáveis do modelo no ano de 2019: o Índice Global de Inovação (IGI), a média de anos de estudo (ANO\_EST), o indicador de desigualdade da educação (DES\_EDU) nos países, a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) e o Índice de Desenvolvimento Humano dos países (IDH).

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis do modelo, 2019

Ano	Média	Mínimo	Máximo	Desvio-padrão	Coeficiente de variação (%)
IGI	36,86	17,65	67,24	12,30	33,37
ANO_EST	9,44	1,64	14,15	3,04	32,20
DES_EDU	0,61	0,16	0,92	0,22	36,07
FBCF	24,88	7,41	54,70	7,83	31,47
IDH	0,76	0,39	0,96	0,15	19,74

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE e INEP.

No ano de 2019, os países apresentam uma média da pontuação do IGI de 36,86, situando-se em um intervalo que varia de 17,65, representando o país (Burundi/África) com o nível de inovação mais baixo, a 67,24, representado pelo país (Suíça/Europa) com o maior nível de inovação. Além disso, ao considerar o desvio-padrão e o coeficiente de variação, observa-se uma alta disparidade nos dados.

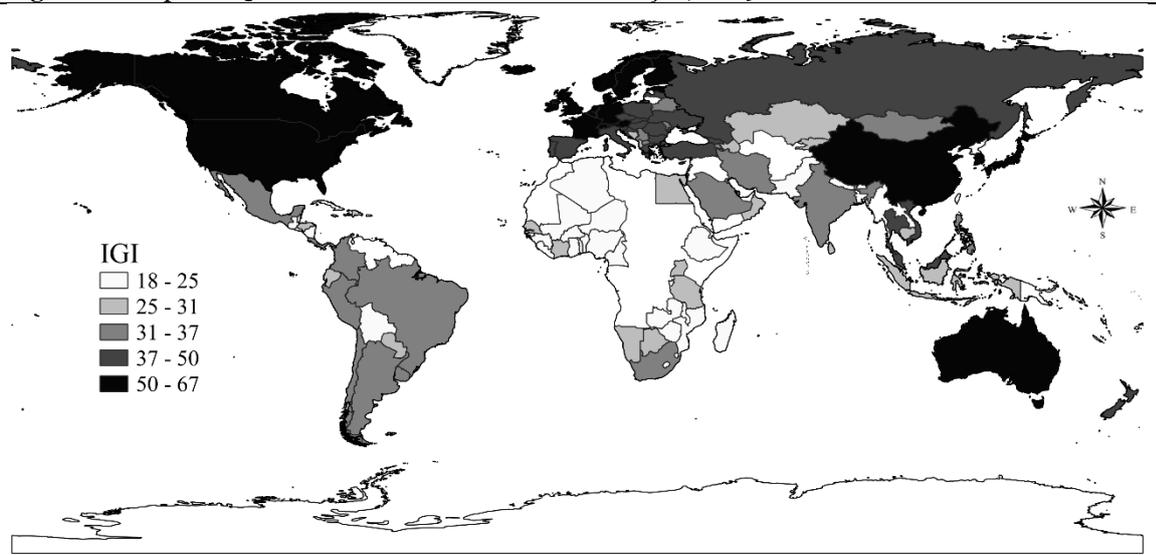
Quanto às estatísticas descritivas relacionadas ao conhecimento, em média, no ano de 2019, os países apresentaram 9,44 anos de estudo, dentro de um intervalo que varia entre 1,64 (Burquina Faso/África) e 14,15 (Alemanha/Europa) anos de estudo. Para o indicador de desigualdade da educação, a média da desigualdade é de 0,61, sendo o pior índice de desigualdade na educação 0,16 (Mali/África) e o melhor 0,92 (Alemanha/Europa). Adicionalmente, as estatísticas de desvio-padrão e coeficiente de variação revelam que ambos os indicadores apresentam alta dispersão dos dados.

Em relação às variáveis de controle, a FBCF representa, em média, 24,88% do PIB entre os países. O menor percentual corresponde a 7,41% (Zimbábue/África) e o maior a 54,70% (Irlanda/Europa). Para o indicador do IDH, a média é de 0,76, com o menor nível de desenvolvimento verificado em 0,39 (Níger/África) e o maior nível em 0,96 (Noruega/Europa). No que tange às estatísticas de desvio-padrão e coeficiente de variação, observam-se alta dispersão dos dados para a FBCF e média dispersão para o IDH.

Para uma avaliação prévia dos dados de inovação, foi apresentado o mapa da distribuição espacial do IGI. Na Figura 1, é possível observar indícios de que existe um padrão na distribuição espacial da inovação. Os tons mais escuros representam os países com os maiores indicadores do IGI. A classificação mais baixa corresponde aos países com pontuação de 18 a 25; o segundo intervalo representa os países com pontuação no intervalo de 25 a 31; a terceira classificação mostra países com

pontuação de 31 a 37; o quarto intervalo apresenta países com pontuação de 37 a 50; e na última classificação estão os países com pontuação maior que 50.

Figura 1 - Mapa de Quantile do Índice Global de Inovação, 2019



Fonte: Elaboração própria.

Os países com as maiores pontuações do IGI estão concentrados nos continentes da América do Norte, Europa e Oceania, representando 66,7%, 41,2% e 50% dos países nesse ranking, respectivamente. Nenhum desses países obteve uma pontuação inferior na classificação do IGI. Em contrapartida, o continente africano apresentou a maior concentração de países com as menores pontuações do IGI, totalizando 62,5%, e nenhum país nas duas melhores classificações do IGI. Portanto, os dados indicam que existe um padrão na distribuição espacial do IGI.

Para confirmar as suspeitas levantadas, a próxima seção apresenta a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), na qual foi investigada a influência local do conhecimento sobre a inovação.

#### 4 – RESULTADOS

Nesta seção, foi realizada a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) do Índice Global de Inovação (IGI) e a análise de inferência estatística por meio da Regressão Ponderada Geograficamente (RPG), a fim de verificar o impacto local do conhecimento sobre a inovação em 2019.

##### 4.1 – ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE)

Na Tabela 2, é possível observar os resultados da autocorrelação espacial da inovação do IGI para o ano de 2019. Foram testadas três matrizes de pesos espaciais *k-vizinhos*: 5, 7 e 10. Como o valor do *I* de Moran ficou acima do esperado e foi significativo para todas as matrizes *k-vizinhos* no período analisado, pode-se inferir que existe autocorrelação espacial positiva da inovação a um nível de significância de 1%. Para a análise, foi selecionada a matriz de pesos espaciais *k* 5 vizinhos, que apresentou o maior valor do *I* de Moran, conforme o critério de escolha sugerido por Almeida (2012).

Tabela 2 - Índice de Moran para o Índice Global de Inovação (IGI) dos países, 2019

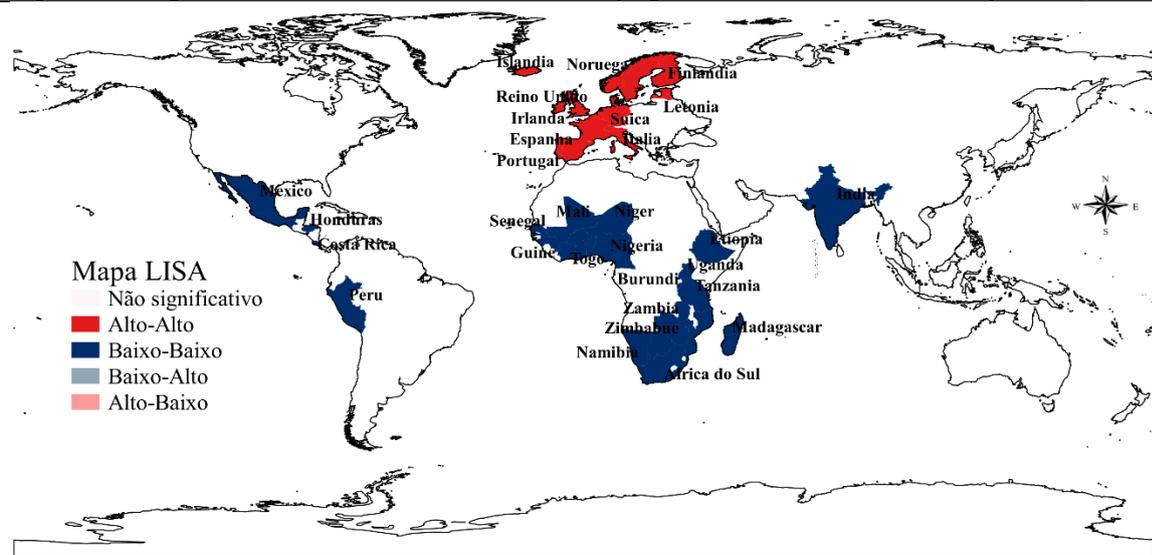
<b>Matriz <i>k</i>-vizinhos</b>	<b><i>I</i> de Moran</b>	<b>E (<i>I</i>)</b>	<b>Probabilidade</b>
<i>k</i> 5 vizinhos	0,631	-0,0102	0,001
<i>k</i> 7 vizinhos	0,617	-0,0102	0,001
<i>k</i> 10 vizinhos	0,577	-0,0102	0,001

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

O sinal positivo da estatística *I* de Moran indica que países com alto nível de inovação estão rodeados por países com alto nível de inovação, e as localidades com baixo nível de inovação estão cercadas por países com baixo nível de inovação. Ou seja, existe um agrupamento de países com alto indicador de inovação e outro com baixo indicador de inovação. Esse fenômeno espacial da inovação tem início com a constatação de Jaffe (1989), que encontrou aglomerações espaciais estaduais.

Posteriormente, a literatura trouxe outros *clusters* espaciais com abrangência nacional (Crescenzi; Rodríguez-Pose; Storper, 2007), regional (Fritsch; Slavtchev, 2007; Wu; Huang, 2022), estadual (Anselin; Varga; Acs, 1997), microrregional (Araújo; Garcia, 2019) e municipal (Wu, 2021), além da formação de clubes de convergência regionais de inovação (Cui; Tang, 2023).

O mapa de *cluster* LISA da inovação, apresentado na Figura 2, permite verificar onde foram formados os agrupamentos espaciais estatisticamente significativos a 5%, divididos em quatro categorias de associação espacial. As localidades destacadas em vermelho representam os *clusters* espaciais Alto-Alto (AA), enquanto as unidades denotadas em azul no mapa exibem os regimes espaciais Baixo-Baixo (BB). Quanto às associações atípicas, em rosa e azul-claro estão os *clusters* Alto-Baixo (AB) e as unidades nacionais Baixo-Alto (BA), respectivamente.

Figura 2 - Mapa de *cluster* LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) da inovação, 2019

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Conforme apresentado no mapa de *cluster* LISA, referente ao indicador do IGI dos países analisados, 39% (45) dos países foram estatisticamente significativos a 5%. Foi possível observar que a formação de *cluster* do tipo AA ficou concentrada no continente europeu, com mais da metade dos países do continente nesse *cluster*. Por outro lado, a maior concentração de países na aglomeração do tipo BB ficou situada no continente africano, com quase metade dos países nesse *cluster*. Além da África, também foram encontrados países pertencentes ao *cluster* com baixo nível de inovação nas Américas (México, Honduras, Costa Rica e Peru) e em um país da Ásia (Índia).

O avanço da inovação está relacionado às características de consumo da população. No estudo dos autores, foi verificado que, mesmo entre economias emergentes, o perfil de consumo altera o nível de inovação entre os países. No mapa da Figura 2, pode ser observado que, entre países desenvolvidos, apenas os países do Oeste Europeu compõem o agrupamento espacial com alto patamar de inovação (Oh et al., 2022).

A qualidade da educação também é outro aspecto fundamental para esse resultado; no continente europeu, há uma cultura voltada para o incentivo à educação, com os Centros de Excelência de Ensino e Aprendizagem (CETL) que visam apoiar a inovação nas atividades de ensino e aprendizagem em instituições de ensino superior (Kottmann, 2023). Por outro lado, a maior concentração de países com baixo patamar de inovação está situada no continente africano. Países africanos apresentam diversas vulnerabilidades, que dificultam o desenvolvimento de inovações, especialmente no aspecto educacional (Donkoh et al., 2023). Uma alternativa que pode auxiliar os países africanos a alcançar melhores resultados no contexto da inovação é criar ambientes de inovação dentro de um ecossistema universitário (Kruger e Steyn 2024).

A Tabela 3 apresenta as especificações dos modelos de Regressão Ponderada Geograficamente (RPG) com o componente espacial (SAR) e sem o componente espacial (RPGS) para regressões globais e locais. Tanto o modelo SAR quanto o modelo RPGS apresentam ganhos na regressão local em relação à global pelos critérios de informação Akaike (AIC) e Bayesiana (BIC). Adicionalmente, o teste F,

significativo nos dois casos, indica que o modelo local foi bem especificado a um nível de significância de 1%.

Tabela 3 - Teste da Regressão Ponderada Geograficamente (RPG)

Modelo	Regressão	AIC	BIC	Teste F
RPGS	Global	1159,17	1172,30	
	Local	1061,79	1126,25	8,02***
SAR	Global	1160,85	1176,49	
	Local	1045,11	1108,75	10,01***

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: \*Nível de significância de 10%; \*\*Nível de significância de 5%; \*\*\*Nível de significância de 1%.

Ao levar em consideração os critérios de Akaike (AIC) e Bayesiana (BIC), o modelo mais bem ajustado entre o SAR e o RPGS é o SAR, que acrescenta a variável dependente (IGI) defasada espacialmente para apresentar o efeito local da inovação na região. A Tabela 4 apresenta as estatísticas dos coeficientes locais para o modelo SAR. É possível observar que os parâmetros estimados apresentam alta dispersão em relação à mediana. Isso remete à indicação de influências diversas das variáveis sobre a inovação nos países. Além disso, são apresentados dois testes para avaliar a variabilidade geográfica: o teste F e a diferença de critérios.

Pela diferença de critérios, como as variáveis desigualdade educacional (DES\_EDU), Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) apresentaram valor positivo, pode-se inferir que essas variáveis não apresentam variabilidade geográfica, portanto, não apresentam efeito local. A média de anos de estudo (ANO\_EST) e inovação na região (W\_IGI) foram menores que -2, indicando forte variabilidade geográfica (Sass; Porsse; Silva, 2016).

Tabela 4 - Estatísticas dos coeficientes e o teste F de variabilidade geográfica local para o modelo SAR

Variável	Quartil inferior	Mediana	Quartil superior	Teste F	Diferença de critérios
ANO_EST	2,69	13,82	33,43	13,87***	-57,66
DES_EDU	-43,60	-13,36	0,50	2,72**	4,94
FBCF	-3,32	-1,09	0,91	2,55**	6,82
IDH	7,79	14,00	28,01	0,04	26,77
W_IGI	-25,44	4,04	13,14	7,18***	-20,72

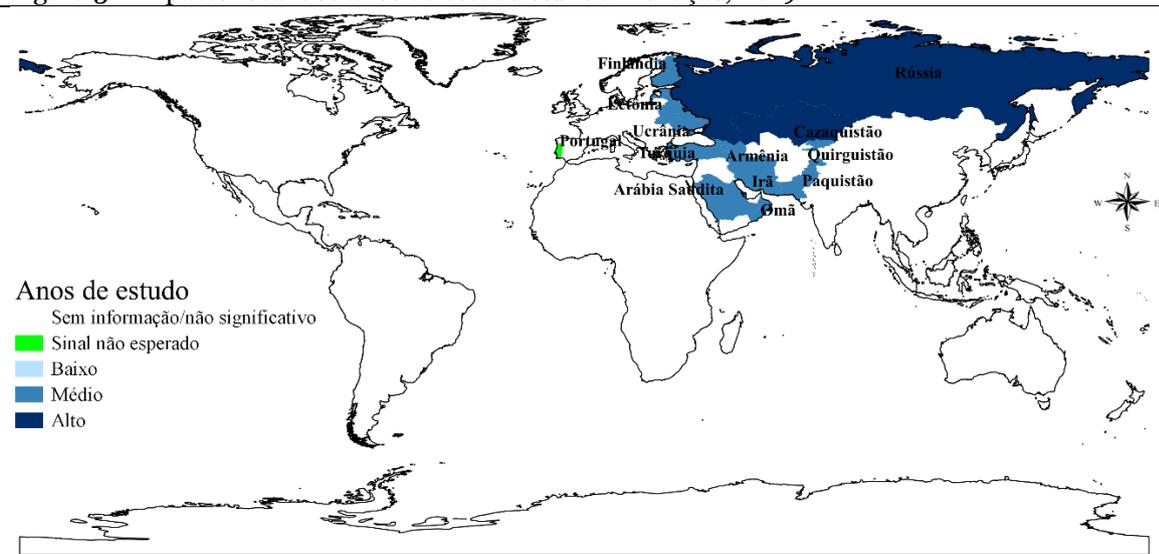
Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: \*Nível de significância de 10%; \*\*Nível de significância de 5%; \*\*\*Nível de significância de 1%.

No que tange ao teste F para as variáveis, observa-se que apenas anos de estudo e inovação na região foram estatisticamente significativos a 1%, reforçando a variabilidade geográfica dessas variáveis. A desigualdade na educação (DES\_EDU) e FBCF foram significativos a 5%, porém não foram considerados devido ao valor da diferença de critério ser positivo, conforme mencionado anteriormente.

Nas Figuras 3 e 4, foram analisados os impactos do coeficiente local da média de anos de estudo e inovação na região sobre a inovação nos países, haja vista que apresentaram variabilidade geográfica, identificada na Tabela 4. Os países que apresentaram o sinal do coeficiente não esperado estão na cor verde; os países que não foram estatisticamente significativos a 5% ou não foram incluídos no modelo estão na cor branca; quanto aos países com os coeficientes esperados e significativos, eles estão na cor azul e foram classificados como baixo, médio e alto impacto local – quanto mais forte a tonalidade, maior é o impacto.

Figura 3 - Impacto local dos anos de estudo sobre a inovação, 2019



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: Coeficientes significativos a 5%.

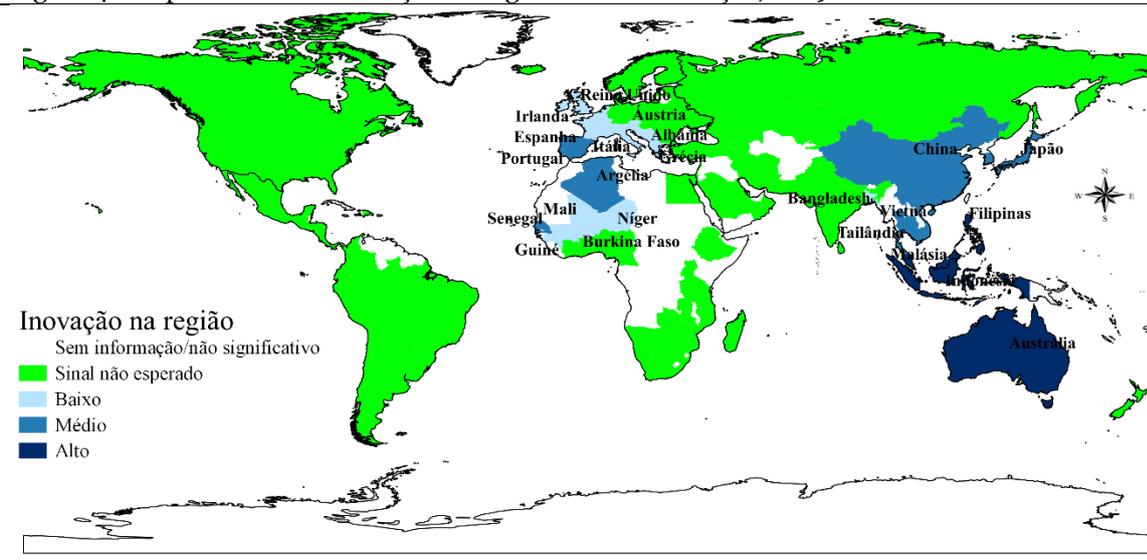
É possível verificar na Figura 3 que anos de estudo apresentou coeficiente não esperado (negativo) apenas em Portugal. Quanto aos impactos dos coeficientes esperados (positivos), os mesmos se situaram na Ásia e no Leste Europeu, com destaque para os países Cazaquistão e Rússia, que apresentaram alto impacto local de anos de estudo sobre a inovação. Isso indica que a inovação nessas regiões é fortemente afetada pelo conhecimento, dado pelos anos de estudo da população. Assim, a Ásia e o Leste Europeu, em especial, os países Cazaquistão e Rússia, podem adotar políticas de educação voltadas para aumentar a escolaridade da população, a fim de alavancar a inovação nessas regiões.

O nível mais alto de conhecimento e habilidades está nos países do Oeste Europeu, enquanto os níveis de conhecimento e habilidades mais baixos estão localizados nos países do Leste Europeu (Bak; Wawrzyniak; Oesterreich, 2022). Dessa forma, o conhecimento mais alto não tem muito espaço para impactar de forma significativa a inovação, mas em países que ainda têm a avançar, como é o caso do Leste Europeu, o impacto é maior, conforme mostram os resultados.

Além dos países da Europa Oriental, alguns países da Ásia também apresentaram impacto local de anos de estudo sobre a inovação, sugerindo a proposta de realizar investimento na educação, especialmente nas universidades, as quais proporcionam maior grau de conhecimento com mais anos de estudo. Uma pesquisa realizada na Alemanha mostrou que políticas voltadas para a construção de universidades podem auxiliar no fomento regional de inovação (Fritsch e Slavtchev, 2007).

Vale ressaltar que universidades menos conceituadas também contribuem para o avanço da inovação. As universidades não apenas contribuem, mas apresentam um impacto maior no processo de inovação. Universidades de primeira linha tendem a estar ligadas à inovação radical, relativamente presentes em poucas empresas (Maietta e Zotti, 2020). Outro fator que indica impacto local é a região, representada por países vizinhos. Na Figura 4, é possível verificar a influência local da inovação da região nos países.

Figura 4 - Impacto local da inovação na região sobre a inovação, 2019



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: Coeficientes significativos a 5%.

As Américas, boa parte do continente asiático, o Leste Europeu e parte da África, especialmente a região Sul, apresentaram coeficiente não esperado (negativo). Em contrapartida, a China, o Sudeste Asiático, a Austrália, as regiões Sul e do Ocidente Europeu e as regiões Norte e do Oeste da África apresentaram impacto positivo local de inovação da região sobre a inovação. Além disso, pode ser observado o fator proximidade geográfica dos países que se beneficiam da inovação de seus vizinhos (Araújo; Garcia, 2019), por exemplo: os países da Europa com os países das regiões Norte e Ocidental da África, e os países do Sudeste Asiático com a China e a Austrália.

A inovação em países vizinhos permite elevar os potenciais inovativos mediante a combinação de conhecimento gerado em diferentes sistemas de inovação nacionais (Basche, 2022). Essa colaboração entre as economias propicia o avanço da inovação por incorporar a economia do conhecimento (Capello; Lenzi, 2013). O conhecimento dentro de uma indústria, como observado na Figura 3, tende a promover a inovação. No entanto, o efeito é de curto prazo. Para gerar efeitos sustentáveis, a interligação de inovação fornece uma diversidade maior da base de conhecimento, que proporciona um efeito positivo da inovação ao longo do tempo (Zhou; Meng; Chen, 2023).

Contudo, a proximidade geográfica não é por si só favorecedora da inovação. No mapa da Figura 4, é possível verificar que existem muitos países próximos que apresentaram o sinal não esperado. Deve haver união entre os países, como aponta o artigo de Qiu *et al.* (2021) sobre as rotas "Belt and Road" propostas pela China para promover transações comerciais com alguns países, cujo resultado apresentou maior impacto de inovação sobre produtividade total de fatores verdes em países do Sul da Ásia, seguido pelo Leste da Ásia e o Pacífico, Europa, Ásia Central, Oriente Médio e Norte da África, regiões que, em sua maioria, foram correspondentes aos impactos locais de inovação.

Como visto no mapa da Figura 3, o conhecimento decorrente de mais anos de estudo apresenta impacto local em parte do Leste Europeu, com países que exibem altos níveis de indicadores educacionais (PNUD, 2022). Esse fator se expande para países próximos de outros dois continentes, da Ásia e da África. Adicionalmente, pode-se observar que a proximidade de países mais ricos com cooperação econômica,

como o Reino Unido, a União Europeia e a Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN) (BANCO MUNDIAL, 2022), também apresenta influência local para a inovação, além de expandir esse efeito para países próximos de outros continentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou analisar a distribuição espacial do Índice Global de Inovação (IGI), bem como o impacto local do conhecimento sobre o nível de inovação dos países. Os resultados apontaram dependência espacial para o IGI, ou seja, países com altas taxas de IGI são cercados por países com altas taxas de inovação, e países com baixas taxas de IGI são circunvizinhos por países com baixas taxas de inovação. Os países com altas taxas de IGI se concentram na Europa, e as aglomerações de países com baixas taxas de inovação se situam, principalmente, no continente africano.

Com base nas estimativas do modelo de RPG, foi possível observar que o conhecimento teve impacto positivo local sobre a inovação, com a concentração de países situados no continente asiático e no Leste Europeu. Ainda foi verificado impacto positivo local de países vizinhos sobre a inovação, concentrados no Sudeste Asiático com a Austrália e a China, nas regiões Sul e do Ocidente Europeu e as regiões Norte e do Oeste da África.

A pesquisa evidenciou que o processo de inovação é influenciado pelo conhecimento e pela região de forma heterogênea. Países próximos com altos níveis de conhecimento apresentam impacto local sobre a inovação tanto entre os próprios países, como em países próximos. E a cooperação econômica entre países mais ricos beneficia tanto os países envolvidos como os países circunvizinhos.

Com base nos resultados obtidos, este trabalho contribui academicamente ao avançar no entendimento dos países que se destacam de maneira positiva e negativa nos processos de inovação no aspecto global. Além disso, apresenta o impacto regional de fatores que influenciam a inovação, com foco no conhecimento.

No âmbito da contribuição social, o artigo pode ser útil de diversas formas: i) oferece subsídios para a formulação de políticas públicas, visando o estímulo à inovação em diferentes contextos regionais; ii) promove a adoção de programas educacionais destinados à ampliação dos anos de estudo da população, especialmente no ensino superior; iii) fomenta a cooperação econômica entre países próximos, favorecendo, assim, a criação e o desenvolvimento dos sistemas de inovação nacionais.

Pesquisas futuras podem contribuir para o avanço da área, com a verificação de fatores que influenciam o desenvolvimento inovativo, tanto em um continente como em um país. Além disso, também podem ser realizadas pesquisas com foco de análise em unidades da federação ou municípios brasileiros, por meio da mensuração e avaliação de um indicador, mensurado a partir dos relatórios do IGI.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. *Econometria espacial aplicada*. Campinas: Alínea, 2012.
- ANSELIN, L. *Interactive techniques and exploratory spatial data analysis*. Regional Research Institute, Working Papers 200, p. 253-266, 1996.
- ANSELIN, L.; VARGA, A.; ACS, Z. Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics*, v. 42, n. 3, p. 422-448, 1997.
- ARAÚJO, V. C.; GARCIA, R. Determinants and spatial dependence of innovation in Brazilian regions: evidence from a Spatial Tobit Model. *Nova economia*, v. 29, n. 2, p. 375-400, 2019.
- ARBIX, G.; SALERNO, M. S.; TOLEDO, D.; MIRANDA, R. D. R.; ALVAREZ, R. D. R. *Inovação: estratégias de sete países*. In: *Inovação: estratégias de sete países*. 2012. p. 342-342.
- AYALEW, M. M.; XIANZHI, Z.; DINBERU, Y. D.; HAILU, D. H. The determinants of firm's innovation in Africa. *Journal of Industry, Competition and Trade*, v. 20, p. 527-567, 2020.
- BAK, I.; WAWRZYNIAK, K.; OESTERREICH, M. Competitiveness of the regions of the European Union in a sustainable knowledge-based economy. *Sustainability*, v. 14, n. 7, p. 3.788, 2022.
- BANCO MUNDIAL. *World Development Indicators 2019*. Disponível em: <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>. Acesso em: 15 out. 2022.
- BARRA, C.; MAIETTA, O. W.; ZOTTI, R. The effects of university academic research on firm's propensity to innovate at local level: evidence from Europe. *The Journal of Technology Transfer*, v. 46, n. 2, p. 483-530, 2020.
- BASCHE, H. Determinants of cross-border co-patents: empirical evidence from 45 European regions. *Review of Regional Research*, v. 42, n. 1, p. 1-22, 2022.
- CAPELLO, R.; LENZI, C. Territorial patterns of innovation: a taxonomy of innovative regions in Europe. *The Annals of Regional Science*, v. 51, n. 1, p. 119-154, 2013.
- CRESCENZI, R.; RODRÍGUEZ-POSE, A.; STORPER, M. The territorial dynamics of innovation: a Europe-United States comparative analysis. *Journal of Economic Geography*, v. 7, n. 6, p. 673-709, 2007.
- CUI, W.; TANG, J. Innovation convergence clubs and driving factors within urban agglomeration. *Economic Modelling*, v. 121, 2023.

DONKOH, R.; LEE, W. O.; AHOTO, A. T.; DONKOR, J.; TWEREFEE, P. O.; AKOTEY, M. K.; NTIM, S. Y. Effects of educational management on quality education in rural and urban primary schools in Ghana. *Heliyon*, v. 9, n. 11, 2023.

ENGEL, V; AREND, S C. A Inovação Tecnológica: Um Estudo em Indústrias do Município de Santa Cruz do Sul. *Informe GEPEC*, v. 15, n. 2, p. 150-165, 2011.

FONTGALLAND, I. L.; LIMA, D. P. Teoria do Capital Humano: fatos e realidades sobre a educação no novo milênio. Campina Grande: Amplla Editora, 2022.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.

FRITSCH, M.; SLAVTCHEV, V. Universities and innovation in space. *Industry and Innovation*, v. 14, n. 2, p. 201-218, 2007.

IGI – Índice Global de Inovação. *Global Innovation Index 2019*. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4434&plang=EN>. Acesso em: 8 out. 2022.

INSEAD – Institut Européen d'Administration des Affaires, Global Innovation Index. More on Methodology. *The World Business/INSEAD Global Innovation Index*, 24 fev. 2007. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/GII-2007-Report.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2023.

JAFFE, A. B. Real effects of academic research. *The American Economic Review*, v. 79, n. 5, p. 957-970, 1989.

KOTTMANN, A. *Innovation of Education at Higher Education Institutions: The Contribution of Centres of Excellence for Teaching and Learning*. 2023.

KRUGER, S.; STEYN, A. A. Developing breakthrough innovation capabilities in university ecosystems: A case study from South Africa. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 198, 2024.

LEUNG, Y; MEI, C-L; ZHANG, W-X. Testing for spatial autocorrelation among the residuals of the geographically weighted regression. *Environment and Planning A*, v. 32, n. 5, p. 871-890, 2000.

NORTH, K. *Gestão do conhecimento: um guia prático rumo à empresa inteligente*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. *Manual de Oslo: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica*. 2 ed. Rio de Janeiro: Finep, 2004.

OH, G. E. G.; ALIYEV, M.; KAFOUROS, M.; AU, A. K. M.. The role of consumer characteristics in explaining product innovation performance: evidence from emerging economies. *Journal of Business Research*, v. 149, p. 713-727, 2022.

OKANO, M.; FERNANDES, M. E. *A importância da inovação social no contexto atual: uma pesquisa bibliométrica sobre a produção acadêmica dos últimos 20 anos*. In: ENGEMA – ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 19, 2017, São Paulo. *Anais eletrônicos...* São Paulo: USP, 2017. Disponível em: [https://engemausp.submissao.com.br/19/anais/resumo.php?cod\\_trabalho=216](https://engemausp.submissao.com.br/19/anais/resumo.php?cod_trabalho=216). Acesso em: 7 abr. 2023.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Documentation and downloads*. Disponível em: <https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads>. Acesso em: 8 out. 2022.

PRIM, M. A. *Governança em organizações com fins sociais: um estudo multicaso à luz da Inovação Social*. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

QIU, W.; ZHANG, J.; WU, H.; IRFAN, M.; AHMAD, M. The role of innovation investment and institutional quality on green total factor productivity: evidence from 46 countries along the “Belt and Road”. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, p. 16597-16611, 2021.

RODRIGUES, G. O.; DRAGO, H. F.; SILVA, G. C.; SIMONETTO, E. de O.; SANTOS, W. F.; BULÉ, A. E. Systems dynamics to analyze the economic impact of an innovation agency in a public institution. *Informe GEPEC*, v. 25, n. 1, p. 65-80, 2021.

SARTORI, V. *InHab-Read – IHR: Metodologia de Leitura de Entorno para Habitats de Inovação*. [s.l.] Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SASS, K. S.; PORSSE, A. A. da; SILVA, E. R. H. Determinantes das taxas de crimes no Paraná: uma abordagem espacial. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 10, n. 1, p. 44-63, 2016.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Gestão da inovação*. Tradução de Félix Nonnenmacher e Gustavo Arhur Matte. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

VIOTTI, E. B.; SANTOS, C. R. D.; CAVALCANTE, L. R. M. T.; PINHO, R. D. D.; COSTA, L. R. M. D. Innovation output indicators: relevance for policies, the EU 2020 indicator and an alternative proposal. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, SP, v. 21, p. e022014, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20396/rbi.v21i00.8665691>.

WESTEREN, K. I.; SIMILA, J. O. The Importance of Knowledge Transfer for Firm Behavior. *Informe GEPEC*, v. 26, n. 1, p. 23-45, 2022.

WIPO – World Intellectual Property Organization. *Índice Global de Inovação 2022*. Resumo Executivo. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo-pub-2000-2022-exec-pt-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.

WU, M.; HUANG, W. Agglomeration and green technology innovation efficiency of industrial enterprises-based on spatial statistical analysis. *Archives of Environmental Protection*, v. 48, n. 2, p. 3-14, 2022.

WU, Y. Research on the spatial spillover effect of the collaborative innovation of science and technology in the Pearl River Delta Urban Agglomeration. *E3S Web of Conferences*, v. 253, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125301013>.

ZHOU, Y.; MENG, C.; CHEN, X. The Effects of Knowledge Base Diversity on Cross-Industry Innovation Performance: The Moderating Role of Network Embeddedness. *Complexity*, v. 2023, 2023.

ZOUAIN, D.; DAMIÃO, D.; CATHARINO, M.; PÁDUA, J. T.; LEITE, T. de S. Ambientes inovadores no contexto dos sistemas locais de inovação: o projeto do Parque Tecnológico Samambaia. *Lócus Científico*, v. 2, n. 1, p. 10-19, 2008.

Recebido em 05/02/2024.

Aceito em 30/06/2024.