

GEOGRAFIA DA INOVAÇÃO: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS DEPÓSITOS DE PATENTES NO BRASIL ENTRE 1997 E 2021

 <https://doi.org/10.56238/arev7n4-214>

Data de submissão: 18/03/2025

Data de publicação: 18/04/2025

Daniel Alberto Pamplona

Doutor em Ciências

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

E-mail: pamplona@ita.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2800-7074>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1823965995904675>

Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona

Doutora em Saúde Coletiva

Universidade Católica de Santos
Santos, São Paulo, Brasil

E-mail: ysabelyponentes@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6585-1349>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2275491462987576>

RESUMO

A inovação é uma das principais características do desenvolvimento econômico e social. Porém, trata-se de um fenômeno de difícil mensuração direta, podendo exigir o uso de indicadores *proxy*. Este estudo teve como objetivo mapear a distribuição geográfica da inovação no Brasil entre 1997 e 2021, utilizando como variável *proxy* a quantidade de depósitos de patentes. Foram aplicadas técnicas de análise espacial para identificar possíveis *clusters* de inovação e investigar a presença do efeito de transbordamento (*spillover effect*). Duas abordagens foram empregadas: mapas coropléticos para descrever a distribuição das patentes por estado e mapas de calor baseados na técnica de *Kernel Density Estimation* (KDE), para representar a densidade espacial da inovação. Os resultados revelaram forte concentração da atividade inovadora nas regiões Sul e Sudeste, com indícios do efeito do transbordamento da inovação para a região Nordeste a partir de 2012. A análise evidenciou a relevância do componente territorial na dinâmica da inovação e reforçou a importância de políticas públicas que estimulem a interiorização das Instituições Científicas e Tecnológicas e o fortalecimento das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento.

Palavras-chave: Inovação Tecnológica. Indicadores de Inovação. Geografia da Inovação. Cluster de Inovação. Efeito do Transbordamento.

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo marcado pela constante busca por soluções, a inovação surge como uma das principais características a ser perseguida. Porém, trata-se de um conceito de difícil caracterização, multifacetado e marcado pela complexidade. Como medi-lo corretamente é um grande desafio, não existindo um único indicador capaz de captar tal acontecimento (GAULT, 2018; HAAR, 2018; OCDE, 2018; NANDAL e DHINGRA, 2020).

Como resultado, a atividade inovadora pode ser medida através de indicadores *proxy*. Por serem uma aproximação, eles não conseguem capturar em toda a sua extensão o fato medido, mas conseguem captar parte do objeto de estudo (JALLES, 2010). Uma variável que pode ser utilizada para representar a atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no contexto da inovação é a quantidade de patentes concedidas (ACS; ANSELIN; VARGA, 2002; GRILICHES, 1998).

O objetivo do presente estudo é mapear a distribuição geográfica dos depósitos de patentes no Brasil de 1997 a 2021, utilizando técnicas de análise espacial, com o intuito de identificar *clusters* de inovação e a existência do efeito do transbordamento (*spillover effect*).

Clusters da inovação referem-se à concentração geográfica de empresas, instituições de ensino, Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICTs), entre outros atores, com o propósito de fomentar à inovação e promover o desenvolvimento de soluções pioneiras. Esse atores agem de forma conjunta e interconectada. Como consequência, ocorre um aumento da capacidade produtiva e da criatividade. Tais aglomerados geográficos surgem como catalisadores e força atrativa da inovação (MAZUR et al., 2016; YU e JACKSON, 2011).

O efeito do transbordamento (*spillover effect*) é o fenômeno acerca da capacidade de regiões altamente inovadoras difundirem o conhecimento e práticas tecnológicas, promovendo o transbordamento espacial das atividades de inovação e fomentando outras regiões a aderirem a essas atividades, criando com isso, sinergias regionais e articulação entre os vários atores envolvidos (ALPASLAN e ALI, 2018; CABRER-BORRAS e SERRANO-DOMINGO, 2007; CHEUNG e LIN, 2004). No contexto brasileiro, a investigação de tal fenômeno, permite entender como a inovação se espalha territorialmente e quais regiões podem ser beneficiadas por políticas de integração regional.

A escolha pela utilização de técnicas de análise espacial no presente estudo foi motivada pela capacidade dessas ferramentas em identificar os padrões geográficos de concentração da inovação. A utilização de ferramentas como mapas coropléticos e mapas de calor permitem observar áreas com mais ou menos depósitos de patentes. Os resultados gerados por essas técnicas, por meio de representações visuais, favorecem a compreensão e a comunicação dos achados, permitindo, em

muitas das vezes, um entendimento mais claro do que a simples apresentação de estatísticas compiladas.

A identificação de padrões espaciais permite compreender como a inovação se distribui no Brasil. Tal caracterização permite a orientação de políticas públicas, o planejamento regional, além de um correto direcionamento de investimentos em P&D, favorecendo o desenvolvimento tecnológico em regiões com menor capacidade de inovação. No caso específico do presente estudo, a abordagem espacial se mostra a mais adequada para se entender as desigualdades regionais e o fenômeno do transbordamento.

O presente estudo está dividido nas seguintes seções, além desta introdução. Na Seção Metodologia serão discutidas as técnicas utilizadas, que se baseiam em análises espaciais, com ênfase no uso de mapas coropléticos e mapas de calor (*heatmaps*). A Seção Resultados apresentará os mapas e visualizações espaciais. Na Seção Discussão, a distribuição de patentes e respectivos *clusters* serão analisados ao longo do escopo do estudo, de 1997 a 2021. Os resultados serão interpretados com base nos padrões espaciais encontrados e suas respectivas implicações. Por fim, na Seção Conclusão, serão apresentadas as limitações do estudo e perspectivas futuras.

2 METODOLOGIA

Para analisar a concentração da inovação brasileira, foram utilizadas técnicas de análise espacial, com ênfase em mapas coropléticos e mapas de calor. Os mapas coropléticos são um tipo de mapa temático, cuja principal função é representar informações sobre uma variável específica. Neste estudo, a quantidade de patentes registradas por ano ou por período foi a variável de interesse. As áreas geográficas, no presente estudo os estados brasileiros, são coloridas de forma proporcional: quanto maior o valor da variável de estudo, mais intensa será a cor correspondente à área. Optou-se por essa técnica por permitir mostrar com maior facilidade a distribuição de patentes por estado.

No presente estudo, para garantir que a escala de cores fosse comparável em todos os estados, foi definido um valor máximo global (*vmax global*) de coloração no mapa. O *vmax global* obriga que todos os mapas utilizem o mesmo valor máximo para as cores, tornando os mapas comparáveis entre si.

Os mapas de calor, também mapas temáticos, são utilizados para visualizar a densidade espacial das patentes, permitindo identificar as áreas com maior concentração de inovação. Neste tipo de mapa, as áreas com maior concentração de patentes serão representadas por tons mais fortes. Para suavizar os dados de densidade e criar uma visualização mais precisa, a técnica de *Kernel Density Estimation*

(KDE), um método estatístico não paramétrico, foi utilizada para estimar a função de densidade de probabilidade no espaço bidimensional.

Dessa maneira, foi possível visualizar os *clusters* de inovação no Brasil. No contexto deste estudo, o termo *cluster* ou *cluster espacial* referem-se a áreas com maior densidade de depósitos de patentes, conforme destacados por mapas de calor baseados em KDE. Além disso, a técnica, também permite realçar a presença do *spillover effect* ou efeito do transbordamento. Este fenômeno ocorre quando uma atividade inovadora é capaz de espalhar e influenciar as áreas vizinhas. Explora-se com isso a hipótese de que estados com uma elevada concentração de inovação tecnológica atuam como motores do impulso inovador em áreas adjacentes.

A base de dados utilizada no presente estudo foi obtida da Base de Dados de Propriedade Intelectual (BADEPI) disponibilizada pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). O banco dados contém informações sobre o depósito de patentes no Brasil no período de 1997 a 2021. Inicialmente, a base de dados continha 779.332 entradas. Como o recorte utilizado neste estudo foi patentes por estado por ano, foi necessário realizar a limpeza no banco de dados. Pedidos de registro de patentes feitos por pessoas ou empresas residentes no exterior foram descartados, assim como valores faltantes nos campos de estado e datas de depósito.

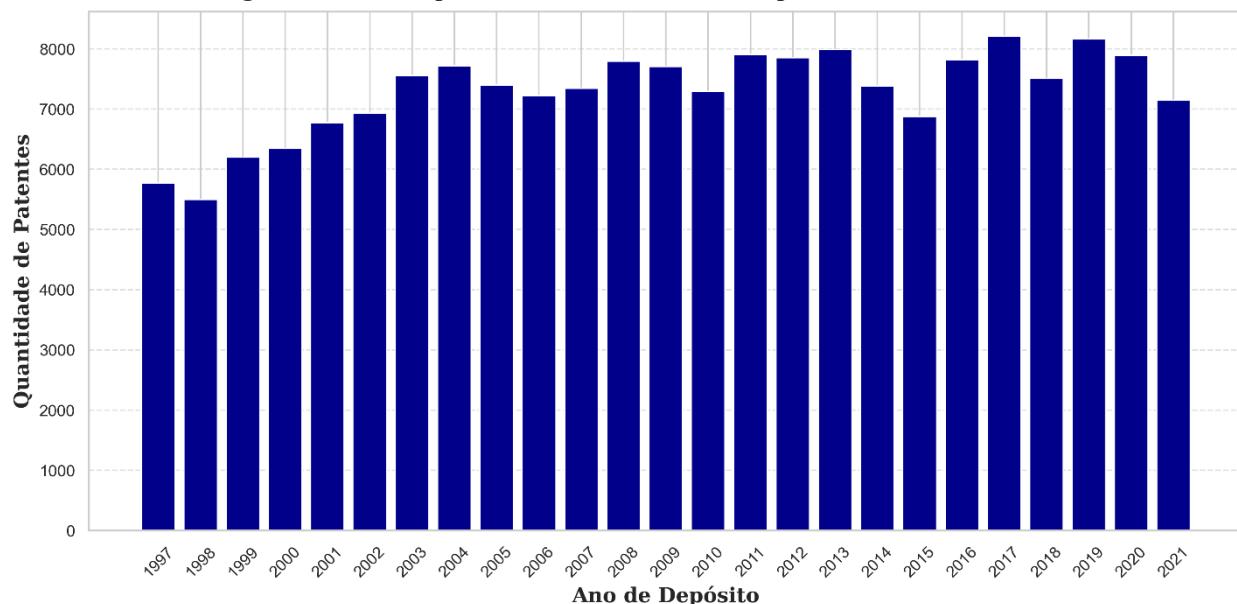
Para maximizar o número de registros para o estudo, combinou-se as informações disponíveis de datas de início e término da solicitação de registro de patentes. A base de dados final, utilizada no presente estudo, contém 182.342 entradas. Apesar de não inviabilizarem o estudo, essa perda de aproximadamente 77% dos dados, principalmente no campo estado (535.256 entradas), representam uma limitação na interpretação dos resultados e deve ser considerada ao generalizar conclusões.

Como a base de dados utilizada no estudo não continha as coordenadas geográficas específicas para cada depósito, o centróide geográfico dos estados foi adotado como a unidade de localização. Os centroides foram extraídos a partir do *shapefile* do Brasil, divisão por Unidades da Federação (UF), disponibilizado pelo IBGE. O mapa de calor gerado por período utilizou os pesos proporcionais ao número de depósitos registrados por UF. A função de densidade foi estimada utilizando uma função núcleo Gaussiana, devido à suavidade, simetria e decaimento, características desejáveis para a análise de fenômenos espaciais contínuos, como padrões de concentração tecnológica e efeitos de transbordamento. A superfície de densidade foi calculada sobre uma malha bidimensional de 500 por 500 células, cobrindo todo o território nacional e respeitando os limites do *shapefile*. As representações gráficas foram desenvolvidas em ambiente Python, com as bibliotecas Pandas, GeoPandas, Scipy, Matplotlib e NumPy.

3 RESULTADOS

A Figura 1 mostra a distribuição anual de patentes no Brasil no período de 1997 a 2021.

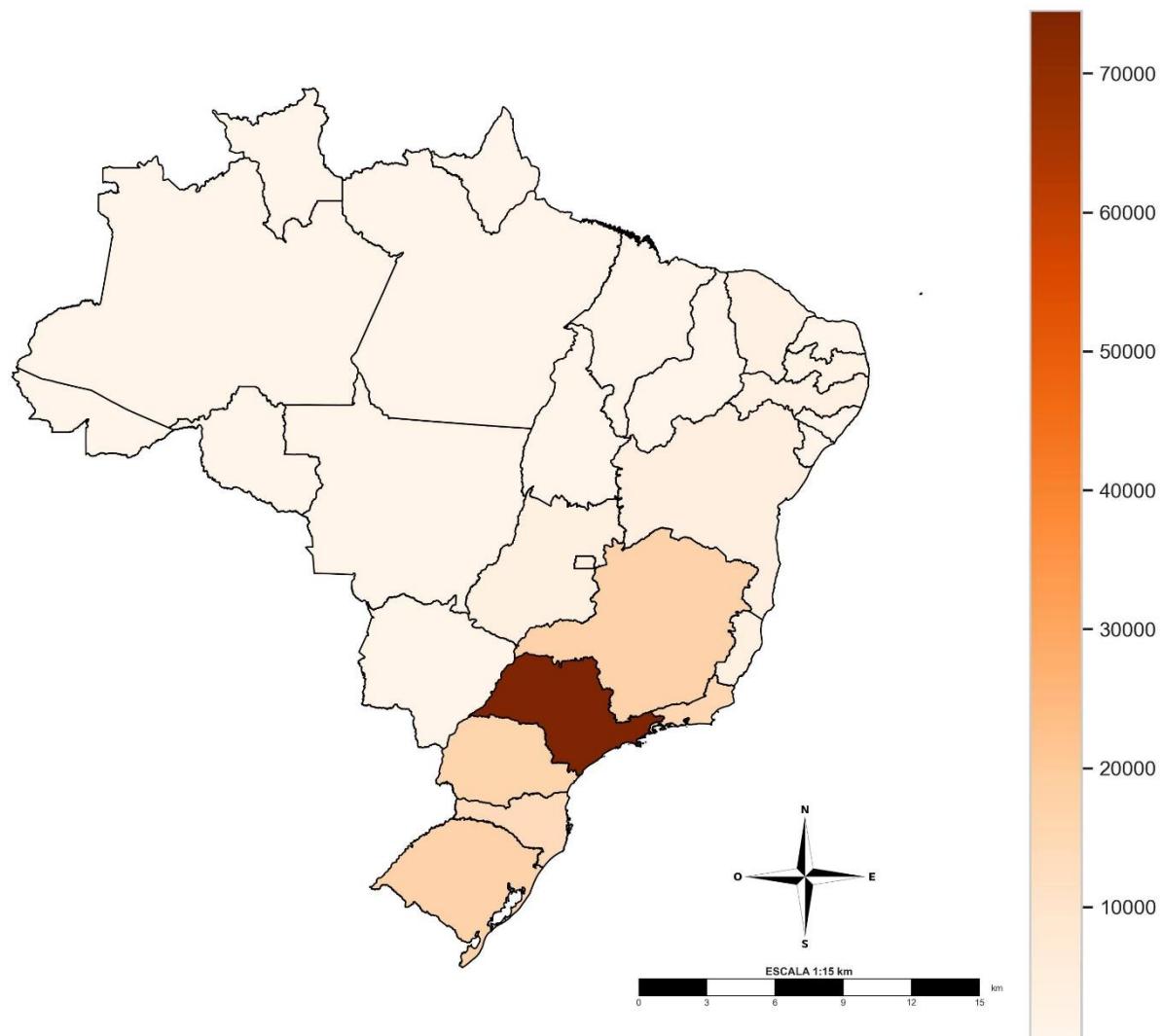
Figura 1 - Total de patentes concedidas no Brasil por ano de 1997 a 2021



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados do BADEPI, após tratamento e limpeza

A Figura 2 apresenta um mapa coroplético que ilustra a distribuição geográfica dos depósitos de patentes por UF, no período de 1997 a 2021.

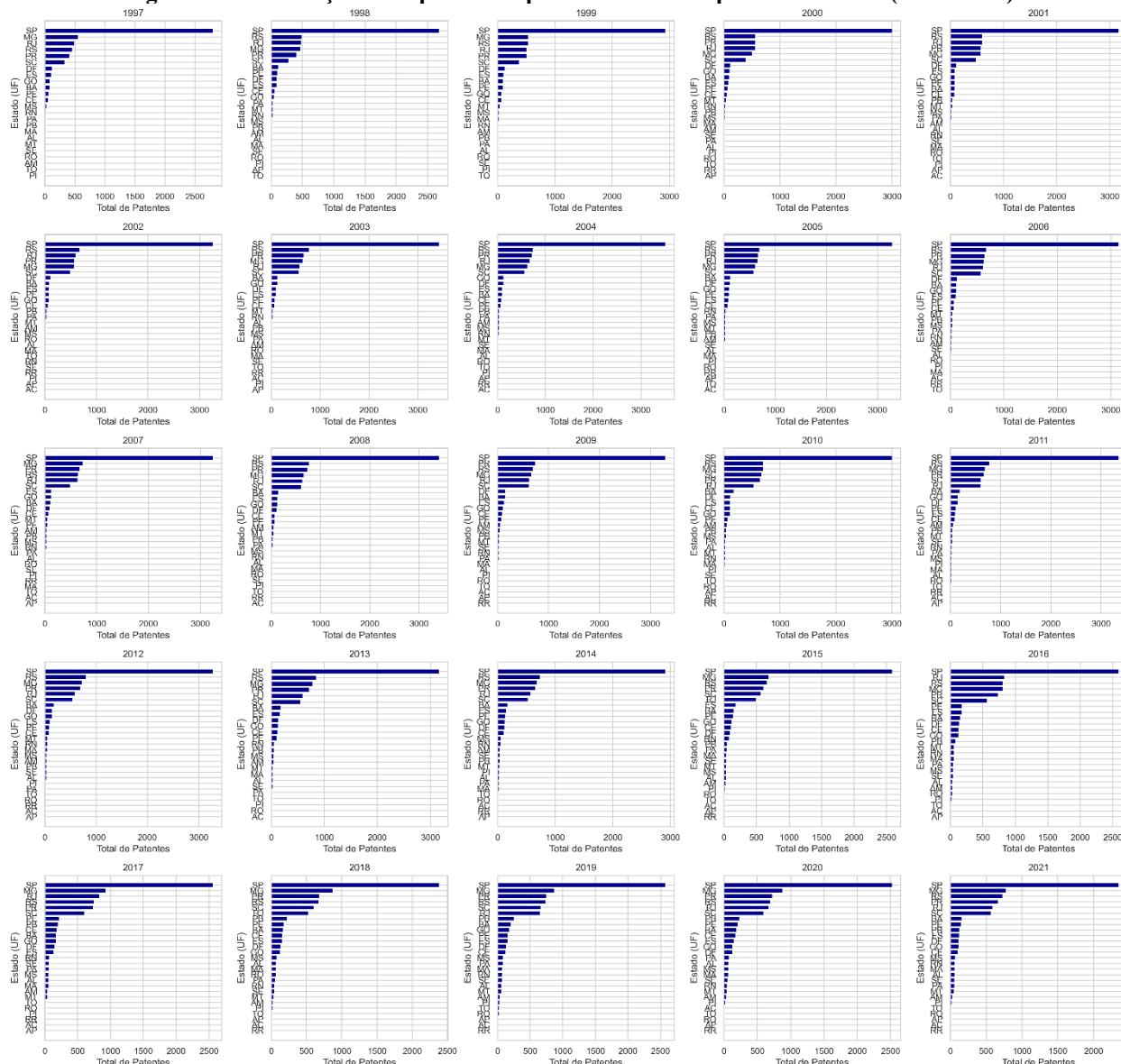
Figura 2 - Mapa coroplético de depósitos de patentes por estado (1997–2021)



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados do BADEPI, após tratamento e limpeza

A Figura 3 permite comparar o desempenho de cada estado no período.

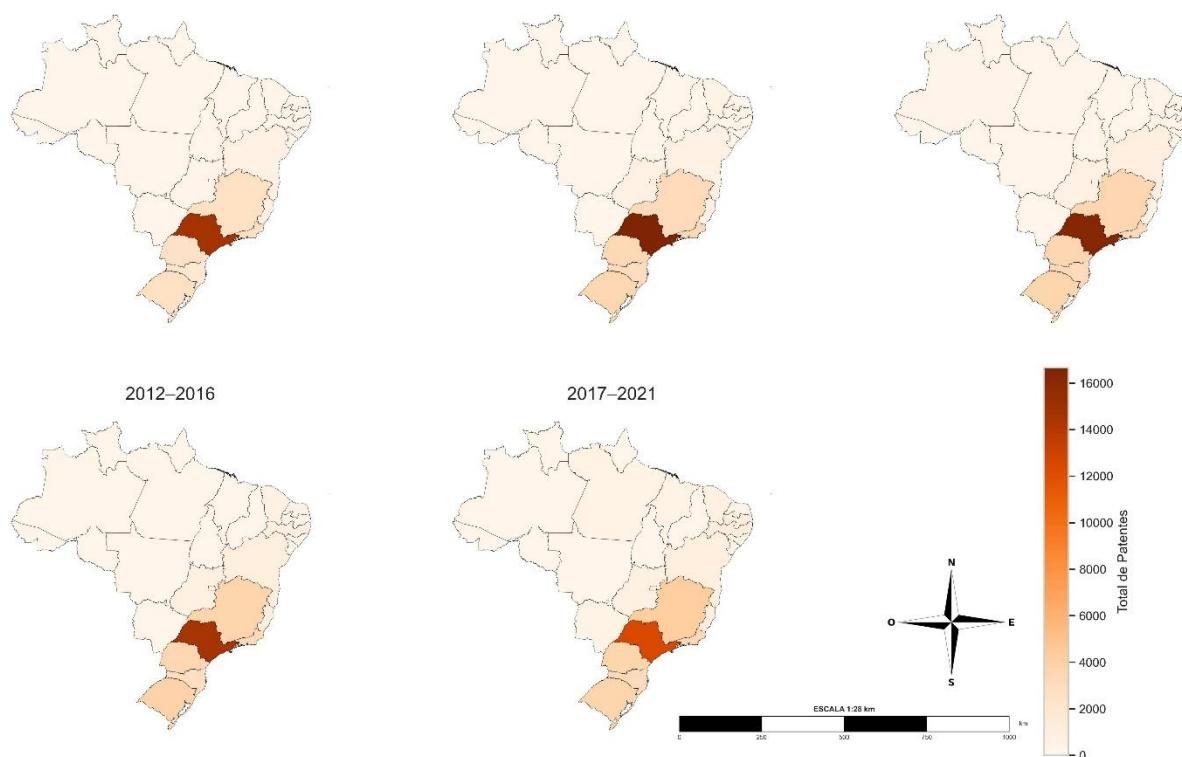
Figura 3 - Distribuição de depósitos de patentes no Brasil por estado e ano (1997–2021)



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados do BADEPI, após tratamento e limpeza

A Figura 4 apresenta o mapa coroplético da evolução, por quinquênios, de depósitos de patentes por estado.

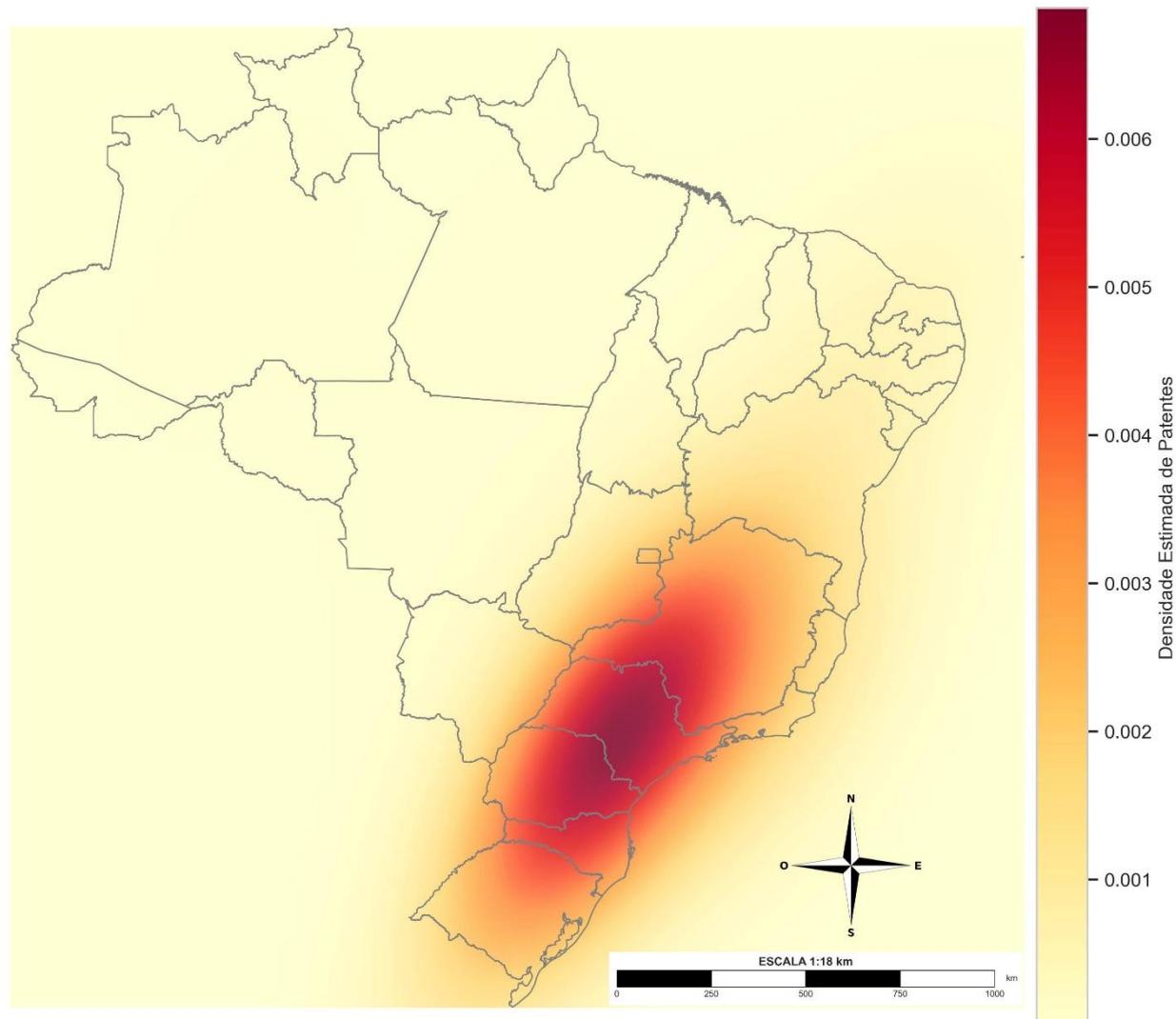
Figura 4 - Mapas coropléticos de distribuição de patentes por quinquênio (1997–2021)



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados do BADEPI, após tratamento e limpeza

A Figura 5 apresenta o mapa de calor da inovação no Brasil por UF, no período de 1997 a 2021.

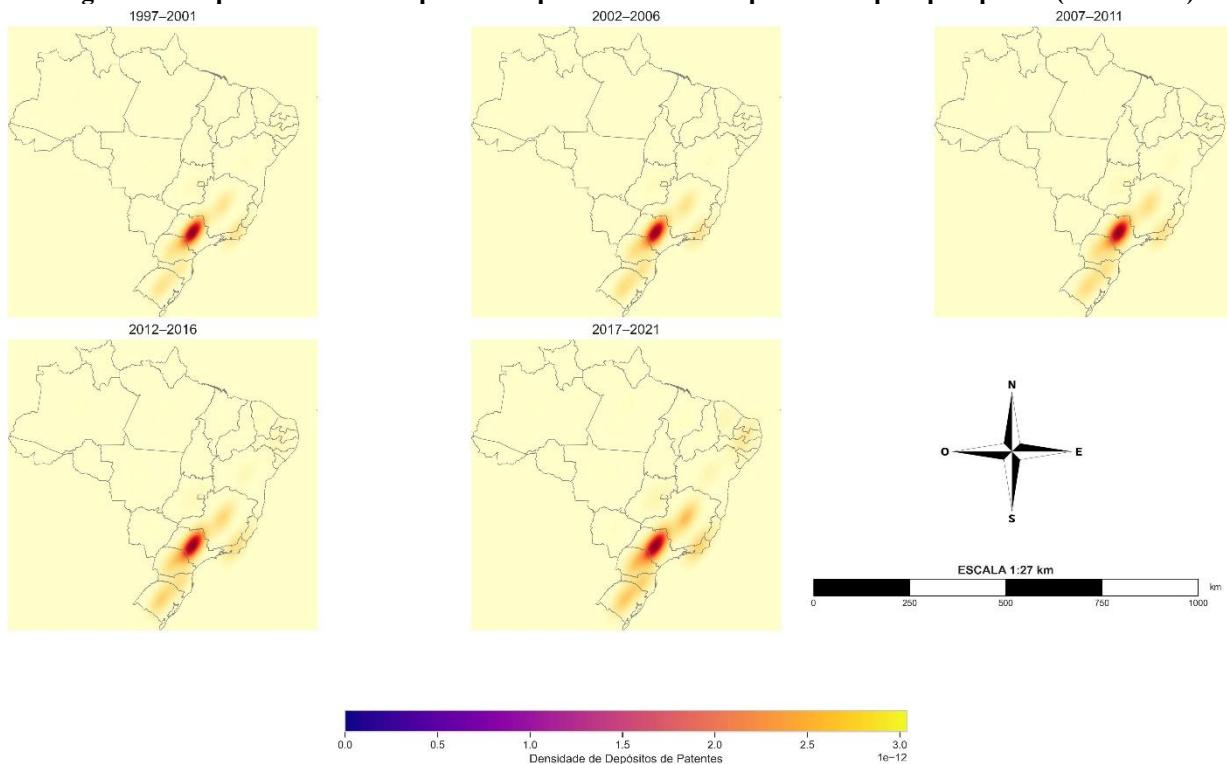
Figura 5 - Mapa de calor dos depósitos de patentes do Brasil por estado (1997–2021)



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados do BADEPI, após tratamento e limpeza

A Figura 6 explora a evolução da inovação por quinquênios, permitindo a análise temporal sobre a evolução dos processos de concentração e difusão da atividade inovadora em território brasileiro.

Figura 6 - Mapa de calor dos depósitos de patentes do Brasil por estado por quinquênio (1997–2021)



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados do BADEPI, após tratamento e limpeza

Na próxima Seção, serão discutidos e analisados os resultados desta Seção.

4 DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o total de patentes concedidas no Brasil de 1997 a 2021. O ano com o menor número de patentes foi 1998 e o com o maior foi 2017. Os dados indicam uma tendência de crescimento gradual ao longo do período analisado, sugerindo avanços em P&D e o aumento de investimentos em setores estratégicos. A implementação de políticas públicas, como a introdução da Lei da Inovação (Lei nº 10.973) em 2004, podem ser possíveis fatores contribuintes para o fomento da inovação nacional.

A questão que surge é se houve disparidades significativas entre as regiões no tocante a concessão de patentes. A Figura 2 revela que, em âmbito nacional, houve áreas com maior e menor concentração de inovação, medidas pela variável *proxy* concessão de patentes, com destaque para os estados das regiões Sul e Sudeste. Em contraste, as regiões Norte e Nordeste demonstraram uma menor concentração de patentes, apresentando indícios de disparidade regional na atividade inovadora.

A Figura 3 apresenta gráficos de barras horizontais que mostram o total de patentes concedidas por UF ao longo dos anos. Cada gráfico representa um ano específico, e as barras estão organizadas em ordem decrescentes, permitindo a análise das flutuações regionais no período de análise. O estado

de São Paulo (SP) liderou a inovação em todos os anos, ao passo que os demais estados do Sudeste e Sul revezaram nas principais posições deste índice.

A Figura 4 mostra a distribuição de patentes no Brasil ao longo de cinco períodos quinquenais (1997-2001, 2002-2006, 2007-2011, 2012-2016, 2017-2021). A divisão em tais períodos permitiu avaliar como a inovação se distribuiu nas diferentes UF ao longo do tempo. Os mapas ratificaram que as regiões Sudeste e Sul possuem um desempenho maior em termos de inovação. Porém, verifica-se que, em alguns períodos, há um aumento de depósitos de patentes, *proxy* da inovação, em outras partes do país. Este tipo de análise permite verificar como a inovação se distribui espacialmente e como ela é intensa em algumas regiões, dando indícios do *spillover effect*, onde regiões que são polos da inovação influenciam as regiões adjacentes.

A Figura 5 apresenta o mapa de calor dos depósitos de patentes por Estado no período de 1997 a 2021. Este tipo de mapa permite identificar a densidade espacial da inovação no Brasil, com variações cromáticas, onde tons mais claros representam baixa intensidade de inovação e tons mais escuros representam alta intensidade de inovação.

Como evidenciado nas Figuras anteriores, a maior concentração de inovação é encontrada nas regiões Sul e Sudeste. O mapa sugere a possível presença do efeito do transbordamento (*spillover effect*) das áreas mais inovadoras do Sudeste para as regiões adjacentes. Nas últimas décadas, políticas públicas de inovação vem sendo implementadas no território nacional, a destacar a introdução da Lei de Inovação em 2004 e o aumento de investimentos em setores estratégicos.

A Figura 6 mostra o mapa de calor no Brasil ao longo de cinco períodos quinquenais (1997-2001, 2002-2006, 2007-2011, 2012-2016, 2017-2021). Ao longo de todos os períodos analisados, observou-se uma alta densidade inovadora nas regiões do Sul e do Sudeste, indicando uma manutenção de *clusters* consolidados da inovação. Em todos os quinquênios, foi possível observar um transbordamento de densidade inovadora para as áreas vizinhas da região Sudeste, reforçando o papel de núcleo propagador da inovação em território nacional.

A partir do quinquênio 2012-2016, surgem os primeiros indícios de aumento da atividade inovadora na região Nordeste. Este fenômeno se acentua no quinquênio seguinte (2017-2021), com um crescimento perceptível da densidade estimada na região, sugerindo uma expansão gradual que transpassa as fronteiras das regiões Sul e Sudeste. Inferências podem ser realizadas, apontando para um efeito positivo da implementação de políticas de interiorização da inovação, através da implementação de infraestrutura tecnológica, da introdução de ICTs e universidades públicas, e investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

A Figura 6 também salienta a importância de se analisar a atividade de inovação por ciclos e não como um todo. O uso de quinquênios possibilitou observar as tendências graduais de expansão da inovação, que seriam difíceis de identificar com a utilização de dados anuais.

5 CONCLUSÃO

O presente artigo teve como objetivo mapear os *clusters* de inovação no Brasil e verificar a existência do efeito do transbordamento dessas regiões. Considerando que a inovação é um fenômeno de difícil mensuração direta, o presente estudo utilizou como variável *proxy* os depósitos de patentes entre os anos de 1997 a 2021. O estudo se baseou em técnicas de análise espacial, especificamente mapas coropléticos, para explorar a distribuição de patentes, e mapas de calor com estimativa por KDE, para investigar a presença do efeito do transbordamento.

Através desse recorte, foi possível verificar a concentração da atividade inovadora nas regiões Sul e Sudeste do país. Os resultados apontaram para a existência de *clusters* consolidados nessas localidades. Os resultados indicam que a consolidação desses polos de excelência exercem influência sobre regiões adjacentes, caracterizando a existência do efeito do transbordamento. Além disso, essa influência espalhou-se para outras regiões brasileiras, com sinais de fortalecimento gradual da inovação no Nordeste a partir de 2012.

O uso de análise espacial mostrou-se uma abordagem valiosa para mensurar e visualizar padrões de inovação. Ao aliar a correta técnica com o adequado período de análise, foi possível evidenciar tanto os territórios beneficiados quanto aqueles que ainda demandam políticas públicas específicas e investimentos em P&D. O estudo também reforça a importância da interiorização da inovação e da expansão de ICTs fora dos *cluster* consolidados da inovação.

Porém, há de se fazer ressalvas quando a possibilidade de generalização dos resultados. Um dos grandes problemas da realização de pesquisas com dados secundários é a necessidade de se descartar dados pela ausência de campos específicos. Para o presente estudo, foi necessário a exclusão de aproximadamente 77% dos dados devido dois motivos, ausência da informação de UF ou o fato de os depositantes serem estrangeiros. Além disso, a base disponível contempla apenas o aspecto quantitativo dos depósitos, sem detalhamento das áreas tecnológicas envolvidas. Futuras pesquisas, conforme disponibilidade dos dados, podem integrar a relação entre inovação e indicadores regionais de desenvolvimento e integrar a autoria com rede de inovação ou parcerias tecnológicas, proporcionando outros recortes da dinâmica da inovação no Brasil.

REFERÊNCIAS

- ACS, Zoltan J.; ANSELIN, Luc; VARGA, Attila. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research Policy*, Amsterdam, v. 31, n. 7, p. 1069–1085, Jul. 2002.
- ALPASLAN, Barış; ALI, Abdilahi. The spillover effects of innovative ideas on human capital. *Review of Development Economics*, Oxford, v. 22, n. 1, p. 333–360, Fev. 2018.
- CABRER-BORRAS, Bernardi; SERRANO-DOMINGO, Guadalupe. Innovation and R&D spillover effects in Spanish regions: A spatial approach. *Research Policy*, Amsterdam, v. 36, n. 9, p. 1357–1371, Dez. 2007.
- CHEUNG, Kui-yin; LIN, Ping. Spillover effects of FDI on innovation in China: Evidence from the provincial data. *China Economic Review*, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 25–44, Mar. 2004.
- GAULT, Fred. Defining and measuring innovation in all sectors of the economy. *Research Policy*, Amsterdam, v. 47, n. 3, p. 617–622, Abr. 2018.
- GRILICHES, Zvi. Patent statistics as economic indicators: a survey. In: GRILICHES, Zvi. *R&D and productivity: the econometric evidence*. Chicago: University of Chicago Press, p. 287–343, 1998.
- HAAR, Patrick T. Measuring innovation: A state of the science review of existing approaches. *Intangible Capital*, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 409–428, Jun. 2018.
- JALLES, João Tovar. How to measure innovation? New evidence of the technology–growth linkage. *Research in Economics*, Amsterdam, v. 64, n. 2, p. 81–96, Jun. 2010.
- MAZUR, Vladimir V.; BARMUTA, Karine A.; DEMIN, Sergey S.; TIKHOMIROV, Evgeny A.; BYKOVSKIY, Maxsim A. Innovation clusters: Advantages and disadvantages. *International Journal of Economics and Financial Issues*, Mersin, v. 6, n. 1, p. 270–274, Jan. 2016.
- NANDAL, Dinesh N.; KATARIA, Deepak A.; DHINGRA, Meenu. Measuring innovation: challenges and best practices. *International Journal of Advanced Science and Technology*, Seoul, v. 29, n. 5, p. 1275–1285, May 2020.
- OCDE; EUROSTAT. *Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 4. ed. Paris: OECD Publishing, 2018.
- YU, Junbo; JACKSON, Randall. Regional innovation clusters: A critical review. *Growth and Change*, Oxford, v. 42, n. 2, p. 111–124, Jun. 2011.