

A INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS P&D, PIB E NÚMERO DE PUBLICAÇÕES COM O NÚMERO DE PATENTES DEPOSITADAS: UMA VISÃO SOBRE O CENÁRIO MUNDIAL

Sirley Maclaine da Graça¹ José Barreto Netto² Ana Karla de Souza Abud³ Maria Emília Camargo⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
sirleyprofessora@hotmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
jbarretonetto@hotmail.com

³Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
ana.abud@gmail.com

⁴Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual- PPGPI
Universidade Federal de Sergipe – UFS – São Cristóvão/SE – Brasil
kamargo@terra.com.br

Resumo

O presente estudo buscou identificar como as variáveis explicativas, representadas pelos gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) proporcional ao Produto Interno Bruto (PIB) dos países, crescimento do PIB e número de publicações, influenciam no número de depósitos de patentes. Foi elaborada uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório sobre as patentes, a P&D e os números de publicações. Em seguida foi realizada uma análise de regressão com dados em painel, a partir do banco de dados extraído das estatísticas do UNESCO Science Report 2021, sob o cenário mundial. Foi observado que o modelo de mínimos quadrados ordinários para dados em painel não foi adequado para o caso em estudo, visto ter violado o pressuposto básico da homoscedasticidade, ou seja, a dispersão dos resíduos em torno da média não é constante. Ou seja, em uma escala mundial, não se vislumbra um padrão de relações entre o número de patentes depositadas em uma nação e os indicadores crescimento do PIB, investimento em P&D e produção científica, podendo, desta maneira, afirmar que inexistente relação direta entre as variáveis mencionadas e o número de patentes depositadas em um país.

Palavras-chave: Patentes, regressão, dados em painel

1 Introdução

A patente consiste em uma das expressões da inovação, de sorte que compreender o que barra ou incentiva a sua produção consiste em um importante meio de se posicionar competitivamente, principalmente no atual contexto mundial onde o conhecimento aplicado tem ganhado cada vez mais destaque, face à importância do desenvolvimento tecnológico apresentado por um país.

Diversos relatórios, emitidos por variadas instituições, surgiram com o intuito de explicar a relação que os países guardam com a inovação, seu fomento e seus indicadores de resultado, como o Índice Global de Inovação, da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), ou a Pesquisa de Inovação (PINTEC), conduzida no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nessa conjectura, o presente trabalho busca identificar como as variáveis explicativas, representadas pelos gastos em P&D proporcional ao PIB dos países, crescimento do PIB e número de publicações científicas, influenciam o número de depósitos de patentes (variável dependente), analisando essas variáveis, todas extraídas das estatísticas do UNESCO *Science Report 2021*, sob o cenário mundial.

A metodologia proposta para a realização deste trabalho baseia-se, inicialmente, em uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório seguida por uma regressão com dados em painel, a partir do banco de dados já citado.

A presente pesquisa justifica-se frente à grande relevância econômica do seu tema, pois visa contribuir com os estudos acerca da produção de patentes e suas causas, sendo, portanto, oportuno saber se há relação entre o valor investido em P&D, o PIB e as publicações de artigos científicos.

2 Referencial Teórico

As patentes consistem em uma das modalidades de propriedade industrial, que é uma espécie do gênero propriedade intelectual, sendo, desta maneira, uma forma de proteção da criação humana, que se subdivide em patente de invenção e modelo de utilidade (BRASIL, 1996).

Os requisitos necessários para o patenteamento dependem do tipo de proteção. Se, por exemplo, for uma invenção, é necessário que se façam presentes a novidade, a atividade inventiva e a aplicação industrial. Já no caso do modelo de utilidade, o objeto protegido deve ser de uso prático, apresentando uma nova forma ou disposição que seja resultado de ato inventivo e trazendo melhoria funcional no seu uso ou fabricação, bem como ser passível de aplicação industrial (BRASIL, 1996).

Diversos relatórios, emitidos por variadas instituições, surgiram com o intuito de explicar a relação que os países guardam com a inovação, seu fomento e seus indicadores de resultado, a exemplo do Índice Global de Inovação (GII, do inglês, *Global Innovation Index*), da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) e da Pesquisa de Inovação (PINTEC), conduzida no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Campos e Denig (2011), analisando tais relatórios, apontaram que fatores como a industrialização tardia e o imaturo sistema de inovação explicam o baixo posicionamento do Brasil quando são comparadas as patentes com o Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Observaram, também, uma relação de exploração do mercado brasileiro por países estrangeiros, evidenciada pelo maior número de patentes depositadas por não residentes. Outra evidência foi uma baixa competitividade, em termos de desenvolvimento tecnológico do setor privado brasileiro, ao se levar em consideração que a liderança no depósito de pedidos de patentes é ocupada por universidades ou instituições como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Carvalho, Beijo e Salgado (2014), por sua vez, enfatizam que o PIB não consiste na única variável que exerce influência sobre o quantitativo de patentes de uma nação, devendo ser analisados outros fatores, como a sua produção científica.

Traçando um comparativo mundial, o Brasil apresenta um alto nível de produção científica, a despeito da deficiência na proteção da propriedade intelectual, razão pela qual algumas medidas foram adotadas, a fim de solucionar tal problema, como a criação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT's), a redução do *backlog* pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), bem como a capacitação de recursos humanos mediante a criação de programas de pós-graduação e a instituição de disciplinas de graduação nas universidades, versando sobre propriedade intelectual (NUNES *et al.*, 2013).

A criação dos NIT's foi uma medida de extrema importância, levando em consideração que alguns dos fatores que influenciam no número de patentes, no Brasil, segundo Branco (2014), são o desconhecimento acerca do processo de patenteamento e a impossibilidade do custeio por parte dos pesquisadores.

O Brasil também implementou uma política de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) voltada à inovação, consistente com uma estratégia de desenvolvimento tecnológico, proporcionando um aumento no número de patentes (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

É importante, também, salientar que a escolha dos autores entre, por exemplo, publicar um artigo ou pedir a patente merece ser levado em consideração, na medida em que, conforme afirmam Dias e Almeida (2013), é importante uma avaliação criteriosa acerca do potencial inventivo de um produto tecnológico que seja oriundo de uma pesquisa.

3 Metodologia

A metodologia proposta para a realização deste artigo se baseia, inicialmente, numa pesquisa bibliográfica de caráter exploratório (COOPER; SCHINDLER, 2016) e, em seguida, na análise de regressão com dados em painel extraída a partir do banco de dados do UNESCO *Science Report* 2021.

Para a estimação do painel de dados foi utilizado o método dos mínimos quadrados ordinários (OLS). Para os cálculos, foi usado o software Gretl (acrônimo de *Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library*), que compila e interpreta dados econométricos.

Os dados utilizados na análise se referem a 196 países, dos cinco continentes, América, Europa, Ásia, África e Oceania, durante o período de 2015 a 2018. Na amostra foram utilizadas 784 observações, empilhadas em 196 cortes transversais, com 4 intervalos de tempo.

Após a análise teórica para diferentes opiniões quanto às relações entre o número de patentes, o investimento em P&D, PIB e número de pesquisas publicadas, buscou-se um modelo visando o teste empírico da hipótese de que essas variáveis contribuem para o número de patentes depositadas.

Lakatos e Marconi (2021) expuseram que técnicas de análise de dados têm a ver com a forma a ser adotada para a observação direta extensiva. Ela representa o tratamento estatístico, ou seja, como vão ser realizadas as tabulações para encontrar concentrações, frequências e tendências quantitativa ou qualitativa dos dados coletados.

Nesse estudo, a análise dos dados foi quantitativa, por meio da utilização da técnica de análise de dados em painel, a qual consiste na combinação de análise transversal com série de tempos. Dentre as vantagens desta técnica pode-se enumerar o aumento do número de graus de liberdade de $(N - k)$ para $(NT - k)$, onde N é o número de observações, k são as variáveis e T os períodos, além de uma maior robustez dos testes t e F , bem como maior eficiência dos estimadores.

A técnica de efeitos aleatórios, por outro lado, pressupõe exogeneidade estrita, isto é, ausência de correlação entre as variáveis explicativas e o erro idiossincrático, bem como ausência de correlação também com as variáveis não observadas (WOOLDRIDGE, 2002).

Caso os resultados das estimativas de efeitos fixos e de efeitos aleatórios difiram, faz-se necessário julgar qual das técnicas é a mais adequada e um instrumento disponível para tal julgamento é o teste de especificação de Hausman, que consiste em comparar as estimativas de efeitos fixos e de efeitos aleatórios, avaliando a hipótese da independência entre a variável não observada, que se supõe variável no tempo, e as variáveis explicativas. Havendo diferença significativa entre as estimativas, rejeita-se a hipótese de independência, que é um pressuposto da técnica de efeitos aleatórios (WOOLDRIDGE, 2002, p.288-291).

Na estimativa de efeitos fixos, para o caso de amostras pequenas, os erros tendem a ser negativamente correlacionados, o que torna imperativa a correção provida pela matriz robusta de variância (WOOLDRIDGE, 2002).

O modelo básico foi construído com o objetivo de verificar qual variável explicativa tem maior participação no número de patentes no mundo. As variáveis explicativas foram: (1) investimento em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D); (2) crescimento do PIB; e (3) número de pesquisas científicas publicadas. A variável independente foi o número de patentes depositadas de cada país. As variáveis e suas notações são dispostas no Quadro 1.

Quadro 1 – Lista de variáveis e sua notação para o modelo econométrico

| Variável | Notação |
|-----------------------|-----------------|
| Número de Patentes | Patentes |
| Investimento em P&D | InvestimentoP&D |
| Crescimento do PIB | PIB |
| Número de publicações | Publicações |

Fonte: Elaboração própria (2021)

Dados em painel consistem na combinação de série temporal e corte transversal, isto é, têm-se dados de várias unidades medidas ao longo do tempo. O modelo geral é apresentado pela Equação 1.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \dots + \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad (1)$$

4 Resultados e discussão

A análise dos resultados da regressão entre as variáveis refletindo as observações colhidas o *UNESCO Science Report 2021*, a fim de entender a relação do número de patentes com cada variável, é apresentada na Tabela 1, a partir de dados extraídos do *software* Gretl.

O valor de R-quadrado indica que o modelo utilizado explica a relação entre as variáveis analisadas em 69,8%, ou seja, representa a porcentagem de variação na resposta que é explicada pelo modelo linear.

Tabela 1 – Resultados obtidos a partir do modelo econométrico

| Termo | Coefficiente | Erro padrão | Teste t | p-valor |
|--|--------------|-------------|---------|---------------|
| Constante | -8015,69 | 2745,37 | -2,920 | 0,0037 *** |
| Investimento P&D | 3203,36 | 1516,09 | 2,113 | 0,0353 ** |
| PIB | 239,609 | 523,586 | 0,4576 | 0,6475 |
| Publicações | 0,53837 | 0,021349 | 25,22 | 5,07e-080 *** |
| Média das variáveis dependentes: 11848,78 | | | | |
| Soma dos resíduos quadrados: 2,47e+11 | | | | |
| Desvio padrão da variável dependente: 48706,12 | | | | |
| Erro padrão da regressão: 26882,27 | | | | |
| R-quadrado: 0,698024 | | | | |
| R-quadrado ajustado: 0,695376 | | | | |
| F (3,342): 263,5140 | | | | |
| p-valor (F): 1,47e-88 | | | | |

*** nível de confiança 99% ** nível de confiança 95%

Fonte: Software Gretl (2011)

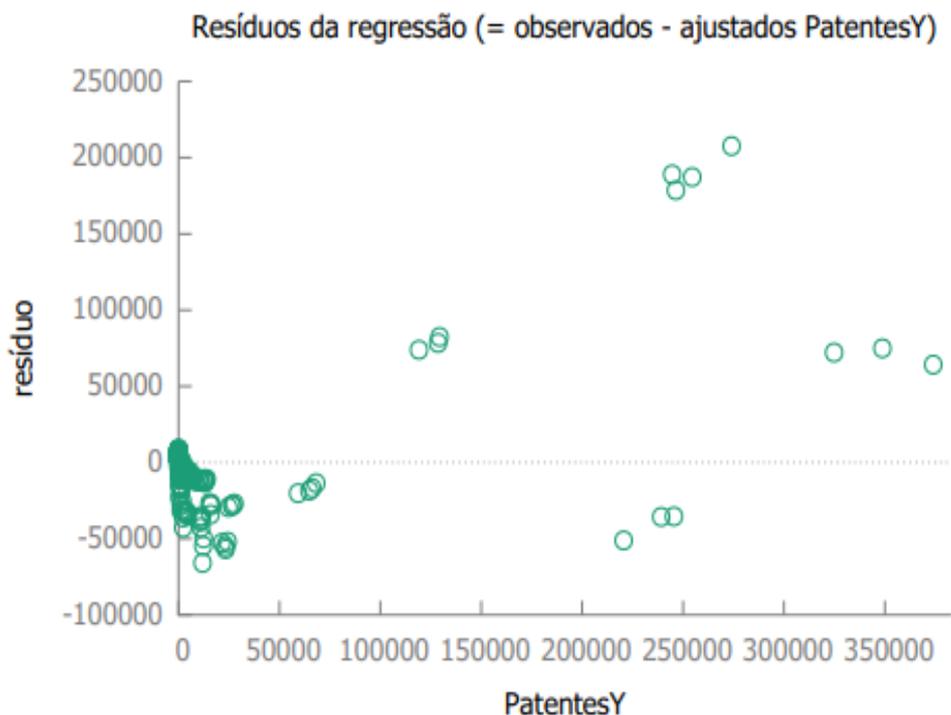
O R-quadrado ajustado, por sua vez, determina a extensão da variância da variável resposta que pode ser explicada pela variável separadamente. Nesse estudo, o R-quadrado ajustado foi de 69,53%.

Analisando a significância do teste F, observou-se que o p-valor foi menor que 5%, sugerindo que pelo menos um dos regressores é capaz de explicar a variação na variável prevista.

No que se refere ao teste t para significância dos coeficientes das variáveis explicativas, observou-se que apenas o coeficiente da variável PIB não foi significativo. Além disto, a constante e o coeficiente da variável Publicações foram significativas a 99%, enquanto o coeficiente da variável Investimento em P&D foi significativo a 95%.

Para constatar e cumprir os pressupostos da regressão, plotou-se o gráfico de dispersão dos resíduos calculados (Figura 1), onde se pode constatar um aumento na variabilidade no lado direito, violando o pressuposto básico de que os resíduos têm variação constante.

Figura 1 – Gráfico de dispersão dos resíduos



Fonte: Elaboração própria no Software Gretl (2011) com base nos dados extraídos do UNESCO Science Report 2021

Tais dados denotam a ausência de constância na variabilidade dos resíduos, na medida em que eles, no seu conjunto, não apresentam um aspecto similar a uma reta, indicando, portanto, que as variáveis estudadas por meio da regressão não apresentam um padrão relacional.

Também foi realizado o teste qui-quadrado, para verificar a normalidade dos resíduos, cujo p-valor encontrado foi de 5,81955e-205, rejeitando-se a hipótese nula de erro com distribuição normal.

A análise dos resultados indica que, ao se analisar o contexto mundial, não é possível encontrar um padrão na relação existente entre o número de patentes de um país e seus indicadores, crescimento do PIB, investimento em P&D e número de publicações.

Tal resultado corrobora com o encontrado por Carvalho, Beijo e Salgado (2014), cujo estudo mostrou que variáveis diversas podem apresentar comportamentos diferentes em termos de influência no número de patentes. Os autores pontuaram alguns países como os Estados Unidos, onde a produção científica influencia positivamente no quantitativo de patentes, e o Canadá, no qual estes números sofrem uma interferência benéfica do PIB nacional. Já no Brasil, o PIB tem uma interferência positiva, enquanto o número de publicações atua negativamente.

O presente estudo encontra a limitação da superficialidade decorrente de um estudo geral, na medida em que a análise tem uma abrangência mundial, trazendo um panorama, neste espaço extenso, acerca da relação existente entre as variáveis examinadas.

Contudo, tal situação trouxe um aspecto positivo para o debate do tema ora abordado, corroborando a visão de que tal investigação não pode ser feita no aspecto empreendido neste trabalho, devendo se restringir a, pelo menos, uma nação.

Ou seja, os resultados encontrados sedimentam a premissa de que pesquisas envolvendo a análise da produção tecnológica, sob a perspectiva de indicadores a ela relacionados, como a produção científica ou a realidade político-econômica, deve se limitar ao espaço máximo de um país, sob pena de não atender a uma especificidade necessária e, conseqüentemente, não contribuir massivamente para o diálogo em questão.

Neste sentido, Moraes *et al.* (2018), através do uso do modelo de Vetores Autorregressivos (VAR), efetuaram uma análise dos dispêndios em P&D, do crescimento econômico no Brasil e dos pedidos de patentes, identificando uma relação de causalidade entre o PIB e o número de patentes.

Isto reforça a necessidade de limitação territorial para o exame das variáveis em questão, uma vez que, em contrapartida aos resultados aqui encontrados, eles determinaram a existência de uma relação entre os indicadores.

5 Considerações finais

O exame das variáveis elencadas, efetuado sob o prisma da regressão, constatou que o modelo de mínimos quadrados ordinários para dados em painel não foi adequado para o caso abordado, visto ter violado o pressuposto básico da homoscedasticidade, ou seja, a dispersão dos resíduos em torno da média não é constante.

O método estatístico da regressão evidenciou a inexistência de um padrão de relações entre o número de patentes depositadas em uma nação e os indicadores crescimento do PIB, investimento em P&D e produção científica.

O resultado encontrado com uso da regressão como procedimento estatístico aqui proposto não exclui a possibilidade da adoção de outros métodos que possam chegar a um resultado mais aderente, sugerindo a existência de um padrão de relações positivas ou negativas entre os elementos estudados, uma das sugestões para estudos futuros.

Além disso, sugere-se que pesquisas supervenientes escolham estas ou outras variáveis e limitem o espaço analisado para um país, estado ou município, por exemplo, a fim de compreender melhor o contexto da produção científica e tecnológica, bem como o contexto político e econômico da região.

Referências

- BRASIL. **Lei nº 9.279**, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm. Acesso em: 10 jul. 2021.
- BRANCO, T. S. P. A propriedade intelectual, as publicações científicas e a geração de patentes sob a ótica dos direitos fundamentais. **Legis Augustus**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 168-189, 2014.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. Tradução Scientific Linguagem Ltda. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- DE CAMPOS, A. C.; DENIG, E. A. Propriedade intelectual: uma análise a partir da evolução das patentes no Brasil. **Revista Faz Ciência**, v. 13, n. 18, 2011.

DIAS, C. G.; ALMEIDA, R. B. Produção científica e produção tecnológica: transformando um trabalho científico em pedidos de patente. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 1-10, mar. 2013.

CARVALHO, D. T.; BEIJO, L. A.; SALGADO, E. G. Modelagem do número de patentes nos países americanos via regressão múltipla. **Revista da Estatística UFOP**, v. 3, 2014.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER Dawn C. **Econometria Básica**.ed.5ª.São Paulo: AMGH, 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MORAES, E. S.; RAMOS, J. E. S.; MELO, A. S.; LIMA, T. L. A. A relação dos dispêndios em P&D e o crescimento econômico do Brasil: uma análise por vetores auto regressivos. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v. 6, n. 1, p. 27-43, set. 2018.

NUNES, M. A. S. N.; CAZELLA, S. C.; PIRES, E. A.; RUSSO, S. L.. Discussões sobre produção acadêmico-científica & produção tecnológica: mudando paradigmas. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, São Cristóvão, v. 3, n. 2, p. 205-220, jun. 2013.

OLIVEIRA, M. A. C.; MENDES, D. R. F.; MOREIRA, T. B. S.; CUNHA, G. H. M. D. Análise econométrica dos dispêndios em pesquisa & desenvolvimento (P&D) no Brasil. **Review Of Administration and Innovation - Rai**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 268, set. 2015.

UNESCO. **Statistics and Resources**. Paris, 2021. Disponível em: <
<https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/statistics> >. Acesso em 03 jul. 2021

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. MIT Press, 2002.