

## Universidades e inovação no Brasil: uma análise de dados em painel (2007-2017)

### *Universities and innovation in Brazil: a panel data analysis (2007-2017)*

DOI: <https://dx.doi.org/10.26694/3752>

Olga Hianni<sup>1</sup>

Fernanda Rodrigues dos Santos<sup>2</sup>

**Resumo:** A universidade é apontada como importante geradora de recursos humanos qualificados e uma das consequências disso é a geração de produtos/processos inovadores. Diante disso, levanta-se o seguinte questionamento: de quais os efeitos que determinadas variáveis estruturais relacionadas às universidades, em especial a quantidade de programas de Pós-Graduação, podem influenciar no esforço inovativo no Brasil? Deste modo, neste trabalho busca-se averiguar se o aumento do número de programas de Pós-Graduação elevou o número de patentes concedidas nas unidades federativas do país no período de 2007 a 2017. Adicionalmente, também pretende-se analisar em que medida e qual a significância estatística do impacto que outras características estruturais – número de bolsas de Pós-Graduação, número doutores nas universidades, dispêndio dos governos estaduais em P&D e quantidade de docentes – tiveram sobre a geração de patentes nos estados brasileiros nesse período. Para tanto, utiliza-se uma metodologia de análise de dados em painel a fim de estimar os parâmetros que representam os impactos das variáveis estruturais na dinâmica da geração de inovação ao longo do tempo. Os resultados obtidos apontam que número de programas de Pós-Graduação, bem como a maioria das variáveis regressoras utilizadas, afetam positivamente o número de patentes no Brasil, demonstrando a importância de tais instituições para o desenvolvimento do país.

**Palavras-chave:** Brasil; Dados em painel; Inovação; Pós-Graduação; Universidades.

**Abstract:** The university is identified as an important generator of qualified human resources and one of the consequences of this is the generation of innovative products/processes. In view of this, the following question arises: what effects certain structural variables related to universities, especially the number of postgraduate programs, can influence the innovative effort in Brazil? In this way, in the present work we seek to ascertain whether the increase in the number of Postgraduate programs increased the number of patents granted in the country's federative units, in the period from 2007 to 2017. Additionally, we intend to analyze to what extent and which the statistical significance of the impact of other structural characteristics – number of graduate scholarships, number of doctors in universities, expenditure by state governments on R&D and number of professors – had on the generation of patents in the Brazilian states during this period. Thus, a panel data analysis methodology is used to estimate the parameters that represent the impacts of structural variables on the dynamics of innovation generation over time. The results obtained point out that the number of graduate programs, as well as most of the regression variables used, positively affect the number of patents in Brazil, demonstrating the importance of such institutions for the country's development.

**Keywords:** Brazil; Panel data; Innovation; Postgraduate studies; Universities.

*Artigo recebido em 14/11/2022. Aceito em 29/12/2022.*

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Economia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG).

E-mail: [hianniolga@gmail.com](mailto:hianniolga@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8951-9447>

<sup>2</sup> Mestra em Ciências Econômicas pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe (PPGE/UFS). Professora Substituta do Departamento de Economia da UFS.

E-mail: [fernanda.rodrigues@gmail.com](mailto:fernanda.rodrigues@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8998-6720>

## Introdução

O processo de inovação permite uma série de melhorias na sociedade, cujo benefício vai do aperfeiçoamento à criação de uma nova tecnologia, elevando a qualidade dos bens e serviços na economia. Neste sentido, Ribeiro, Botelho e Duarte Filho (2016) ponderam que o crescimento econômico está diretamente associado com a superação de *gaps* tecnológicos, sendo a interação entre universidade, indústria e governo um aspecto essencial nesse processo.

Na literatura, muito se discute sobre o papel da universidade no processo de geração de inovação. Durante muito tempo, a única missão dessas instituições era o ensino. Somente no século XIX que a pesquisa entra no contexto das universidades (AUDY, 2017). Com o decorrer dos anos, o conhecimento vem ganhando cada vez mais importância como um dos insumos mais importante do processo inovativo. Dentro deste cenário, destaca-se o papel das universidades na geração de recursos humanos qualificados aptos para atuar no setor produtivo e contribuir na geração de inovação, possibilitando o aumento da competitividade das empresas e contribuindo para o desenvolvimento econômico (RAPINI; RIGHI, 2007; VELHO, 2007; CLOSS; FERREIRA, 2012).

Estudos recentes sobre essa temática, além de tratar o papel das universidades no processo de inovação (AUDY, 2017; RIBEIRO; BOTELHO; DUARTE FILHO, 2016; TOSTA; SPANHOL; TOSTA, 2016), têm abordado a questão da capacidade inovativa de empresas que atuam em parcerias com as universidades (BERNI *et al.*, 2015; ROSA; RUFONNI, 2014; TEIXEIRA *et al.* 2016). Neste contexto, conforme abordado por Velho (2007), a formação de recursos humanos seria a principal contribuição das universidades no processo inovativo e de desenvolvimento econômico. Portanto, um sistema de Pós-Graduação operante seria fundamental, de modo a formar profissionais amplamente capacitados para o desenvolvimento de inovações.

Com base nessa discussão, torna-se oportuno levantar o seguinte questionamento: como determinadas variáveis estruturais relacionadas às universidades, em especial a quantidade de programas de Pós-Graduação, podem influenciar no esforço inovativo no Brasil?

Admite-se como argumento central que, quanto maior a quantidade de cursos de Pós-Graduação, bem como boas condições de pesquisa no geral (número de docentes nesses cursos, oferta de bolsas, *etc.*), maior será o incentivo à inovação. Compreende-se, também, que a mensuração da inovação perpassa por diversos aspectos e está intimamente relacionada com a área dos cursos de Pós-Graduação. Como afirma Borges (2011), os indicadores científicos de produção de artigos em periódicos indexados cresceram sobremaneira no Brasil nos últimos

dez anos. Esse avanço ocorreu, principalmente, pelos crescentes investimentos de agências como a CAPES e o CNPQ. Não obstante, o Brasil ainda enfrenta o desafio de transformar essa produção científica em indicadores de desenvolvimento tecnológico e inovação, como a criação de patentes, marcas, programas, dentre outros indicadores de propriedade intelectual.

Diante desse quadro, no presente trabalho tem-se como objetivo principal verificar se o aumento da quantidade de programas de Pós-Graduação contribuiu para a elevação do número de patentes concedidas, numa análise por unidades federativas brasileiras no período de 2007 a 2017. Adicionalmente, pretende-se averiguar em que medida e qual a significância estatística do impacto que outras características estruturais – número de bolsas de Pós-Graduação, número doutores nas universidades, dispêndio dos governos estaduais em P&D e quantidade de docentes – tiveram sobre a geração de patentes no Brasil nesse período.

A utilização das informações sobre patentes neste trabalho se dá no sentido de tentar captar uma medida do esforço inovativo no país (não necessariamente a inovação em si, já que essa abrange diversos outros aspectos), sob o argumento de que as patentes são um importante mecanismo de proteção às inovações.

Para alcançar o objetivo proposto, utiliza-se a metodologia de dados em painel, que agrega um número maior de informações sobre um determinado fenômeno econômico (BALTAGI, 2005) fornecendo estimativas mais eficientes (WOOLDRIDGE, 2002). Conforme Greene (2012), a metodologia permite analisar os efeitos dinâmicos que não são visíveis nos modelos de corte transversal.

Desta maneira, é possível avaliar o comportamento das patentes concedidas (variável dependente) em virtude do comportamento das características estruturais tratadas nesse trabalho (variáveis independentes) entre os anos de 2007 e 2017. Além disso, realiza-se uma análise descritiva das variáveis utilizadas, a fim de complementar e oferecer mais robustez à análise empírica.

Este trabalho está dividido em mais três seções, além desta introdução e das considerações finais. A primeira trata da discussão teórica da relação entre a universidade e a geração de inovação. A segunda descreve a metodologia adotada e a base de dados, enquanto a terceira seção apresenta os resultados obtidos.

## 1 O papel da universidade no processo de geração de inovação

Para Schumpeter (1964), a inovação pode acontecer das seguintes maneiras: i) por meio da introdução no mercado de um novo produto ou um produto melhorado; ii) um novo método de produção; iii) abertura de um novo mercado; iv) uma nova fonte de matéria-prima ou de produtos semimanufaturados; v) uma nova organização industrial. Vale ressaltar que invenção e inovação são conceitos distintos. Kupfer (2002) aponta que a invenção é a criação de algo que não existia, e só se torna inovação quando levadas para o mercado a fim de trazer melhorias e satisfazer as necessidades dos indivíduos. Desta forma, é importante a parceria universidade-empresa para que a pesquisa básica possa se tornar aplicada no setor produtivo e, conseqüentemente, gere inovação.

Com relação ao papel da universidade no processo de inovação tecnológica, Velho (2007) destaca que as universidades geram pesquisas e seus resultados podem ser apropriados pelas empresas em seu processo de inovação, além de produzir profissionais qualificados que, além do conhecimento científico, possuem as habilidades para resolver problemas, gerar pesquisa e desenvolver novas ideias.

Atualmente, as universidades vêm se tornando cada vez mais importantes para o setor produtivo. Enquanto as empresas conhecem as demandas do mercado, têm disponibilidade de recursos e capacidade de implementar novas ideias. As universidades detêm o conhecimento científico e estrutura laboratorial que pode contribuir no aperfeiçoamento das técnicas utilizadas no setor produtivo (BERNI *et al.*, 2015).

Parcerias entre universidades e empresas impulsionam o processo inovativo, contribuindo para o desenvolvimento econômico. Além disso, a parceria da universidade com a empresa possibilita acompanhar como o resultado obtido na pesquisa básica pode ser aplicado, o que, segundo Ipiranga e Almeida (2012), é uma motivação para que as universidades trabalhem em projetos de cooperação com o setor produtivo. Com relação à motivação por parte das empresas em cooperar, Closs e Ferreira (2012) destacam o acesso à estrutura da universidade, profissionais qualificados e redução no custo da pesquisa.

Na literatura, há um debate sobre as relações entre universidade, empresa e governo e seus respectivos papéis no processo de inovação. Etzkowitz e Leydesdorff (2000) criaram um modelo chamado Tripla Hélice que vem sendo implementado por vários países. O modelo ilustra as inter-relações entre universidade, empresa e governo. Neste modelo, não existe uma ordem já determinada para as interações entre as três esferas. O objetivo é criar um ambiente inovativo composto pelas universidades, institutos de pesquisa, empresas de diferentes portes que atuam em diferentes setores e com diferentes níveis tecnológicos e o governo.

A Lei de Inovação nº 10.973/2004, criada pelo governo federal, foi possível a realização de parcerias entre universidade, institutos de pesquisas e empresas, buscando fortalecer essa cooperação e incentivar a inovação (BRASIL, 2004). Para tornar a lei mais efetiva, o governo federal criou a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) com a finalidade de articular ações de apoio ao desenvolvimento do processo de inovação e estimular a competitividade no setor produtivo (MATIAS-PEREIRA; KRUGLIANSKAS, 2005).

Por meio da Lei de Inovação foi instituída a criação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) dentro das universidades e dos Institutos de Tecnologia e Pesquisa. Com a determinação da criação dos NITs, universidades que não trabalhavam com o estímulo à produção tecnológica tiveram que instituir uma política de inovação. Uma das principais funções dos NITs é atuar na mediação das relações entre universidade e empresa. Entretanto, ainda é muito baixo o número de tecnologias licenciadas em comparação com o número de patentes depositadas (CASTRO, SOUZA, 2012).

Apesar da vantagem para o processo inovativo de parcerias entre universidades e empresas, existem algumas barreiras que dificultam essa cooperação. Allen e Taylor (2005) destacam quatro: i) os pesquisadores das universidades veem como sendo de domínio público o conhecimento gerado, portanto, não concordam com a comercialização; ii) muitas vezes, a pesquisa que está sendo desenvolvida na universidade não atende as necessidades do mercado, além disso, a maioria das universidades não tem mecanismos (ou estes são ineficientes) para preparar o pesquisador para trabalhar com parcerias estratégicas; iii) as universidades são avessas ao risco, o que se reflete na maneira como as universidades usam a propriedade intelectual; iv) dificilmente uma única universidade tem os recursos necessários para comercializar sua tecnologia.

Closs e Ferreira (2012) destacam a importância da atuação do governo por meio da criação de políticas voltadas para a inovação, possibilitando que os recursos investidos possam ser convertidos em benefícios para a sociedade. Os autores destacam a importância da valorização das patentes produzidas pelos pesquisadores e que o fomento para a construção dos protótipos, dos projetos de pesquisas, deveriam ser ações integradas às políticas governamentais. No estudo realizado por Moraes *et al.* (2018), ao analisarem o impacto do investimento em P&D para o desenvolvimento no Brasil por meio de Vetores Auto Regressivos, concluíram que há um efeito positivo entre os dispêndios públicos e privados, o crescimento do produto e o aumento da quantidade de patentes depositadas.

## 2 Modelo de dados em painel

O modelo de Dados em Painel, também conhecido como dados longitudinais, por ser a junção de dados de corte transversal (*cross-section*) e de série histórica, possui uma natureza multidimensional com mecanismos para analisar a relação de dependência entre variáveis (GREENE, 2012). Ao utilizar o modelo de dados em painel, os dados apresentam duas dimensões de variações: a temporal e a espacial, com que há um número maior de informações e de graus de liberdade (BALTAGI, 2005). Além disso, o modelo resulta em estimativas mais eficientes devido a maior variação dos dados e da minimização do efeito não observado – variáveis omitidas invariantes no tempo (WOOLDRIDGE, 2002). A equação que representa o modelo de dados em painel consiste em:

$$Y_{it} = \beta_1 + X_{i,t}\beta_2 + u_{i,t} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Em que  $i$  denota a dimensão da seção transversal, isto é, os indivíduos, famílias, empresas, países e estados (como é o caso deste trabalho), *etc*;  $t$  indica a dimensão temporal;  $Y_{it}$  é a variável dependente;  $X_{i,t}$  representa o conjunto de variáveis explicativas;  $\beta$  representa o conjunto de parâmetros a serem estimados;  $u_{i,t}$  é o termo de erro.

Os dados empilhados são coletados em diferentes períodos, de modo que as informações existentes para o período  $t$  não serão as mesmas que as do período  $t+1$ . Em outras palavras, não terá a mesma distribuição ao longo do tempo, de modo que as relações entre as variáveis explicativas e o regressando podem variar no decorrer do período de análise.

Sobre esse último ponto, Hsiao (1986) mostra que dados agrupados em painel possuem para a pesquisa econômica diversas vantagens em relação aos dados de corte transversal ou de séries históricas, a exemplo do controle da heterogeneidade nos indivíduos. Além disso, o grande número de informações eleva os graus de liberdade e reduz a colinearidade entre as variáveis independentes, melhorando as estimativas do modelo econométrico.

Um modelo econométrico, ainda que bem articulado, é afetado por variáveis impossíveis de serem observadas, podendo gerar estimadores viesados. Entretanto, no modelo de dados em painel é possível controlar os efeitos de tais variáveis. À vista disso, o objetivo dessa modelagem econométrica não é, necessariamente, copiar a realidade, uma vez que seria inviável, mas capturar as forças mais essenciais que afetam os indivíduos em análise, paralelamente, controlar os efeitos não observados que viesam o resultado dos estimadores.

Desta maneira, conforme Baltagi (2005), o termo de erro da equação (1) também pode ser reescrito conforme a equação (2).

$$u_{i,t} = \mu_i + v_{i,t} \quad (2)$$

Em que  $\mu_i$  denota o efeito específico do indivíduo não observável, algo invariável no tempo e responsável pelos efeitos individuais não incluídos na regressão. O termo  $v_{i,t}$ , por sua vez, denota o restante das perturbações no modelo, que variam de acordo com os indivíduos e o tempo. Nas especificações de um modelo de dados em painel, Gujarati e Porter (2011) apontam que o painel será chamado de balanceado quando cada unidade de corte transversal tiver o mesmo número de observações. Do contrário, será dito painel desbalanceado. Além disso, também há a distinção entre painel curto e painel longo. O primeiro sinaliza que o número de indivíduos no corte transversal, N, é maior que o número de períodos de tempo, T. No painel longo, por sua vez, T é maior que N. Para a modelagem dos efeitos não observados, podem ser citadas duas possibilidades dentro do arcabouço do modelo de dados em painel: o Modelo de Efeitos Fixos (MEF) e o Modelo de Efeitos Aleatórios (MEA).

O MEF é uma técnica de estimação de dados em painel, cujo objetivo é controlar o efeito das variáveis não observadas ou variáveis omitidas, de modo que o intercepto irá variar entre as unidades de corte transversal, mas não ao longo do tempo. Considera-se que o intercepto de cada unidade de corte transversal esteja correlacionado com uma ou mais variáveis explicativas. Em outras palavras, a técnica baseia-se na suposição de que os efeitos omitidos no modelo estão correlacionados com as variáveis incluídas (GREENE, 2003).

O MEA, por sua vez, admite que os interceptos de cada unidade (de cada indivíduo) não estejam correlacionados com um ou mais regressandos. Hsiao (1986) argumenta que na análise de regressão é uma prática padrão supor que os fatores não observáveis, mas que afetam o regressando, possam ser apropriadamente resumidos por uma perturbação aleatória.

Algumas vezes, quando diversas unidades são observadas ao longo do tempo, assume-se que (a) algumas das variáveis omitidas representam características específicas das unidades individuais e do período de tempo, enquanto (b) outras variáveis refletem diferenças entre as unidades de corte transversal que podem afetar as observações de um dado indivíduo, de maneira parecida, ao longo do tempo. Além disso, (c) algumas variáveis tendem a ser o reflexo de condições peculiares a períodos específicos, de modo a afetar as unidades individuais de maneira parecida. Deste modo, o residual  $v_{i,t}$  é composto por esses três componentes (HSIAO, 1986).

Gujarati e Porter (2011), ao tratarem do desafio que o pesquisador enfrenta em escolher qual modelo utilizar, ou o MEF ou o MEA, apontam que isso dependerá muito do que se acredita sobre a provável correlação entre o componente de erro individual (efeitos não observados) e as variáveis explicativas. Se for considerado que o componente de erro de corte transversal e as variáveis regressoras não estão correlacionados, o MEA (também chamado de Modelo de Componente dos Erros) pode ser a melhor opção.

Do contrário, caso esse componente individual de erro e as variáveis explicativas estiverem fortemente correlacionados, o MEF pode ser mais adequado. Para obter-se uma resposta mais conclusiva, o autor propõe a realização do teste de Hausman. Esse teste admite como hipótese nula que os estimadores do MEF e do MEA não diferem substancialmente. Se a hipótese nula for rejeitada, conclui-se que o MEA não é o mais adequado e o MEF é preferível (GUJARATI; PORTER, 2011).

## 2.1 Aplicação de dados em painel para o Brasil

Para atingir os objetivos deste trabalho, isto é, analisar a relação entre esforço inovativo no Brasil e Programas de Pós-Graduação (bem como outras características estruturais das universidades), estimou-se um modelo de dados em painel de Efeito Fixo (MEF) e de Efeito Aleatório (MEA) considerando um painel balanceado (onde constam as observações de todas as unidades) e do tipo longo ( $T > N$ ), de 2007 a 2017. A estimação foi realizada no *software Stata 14*, adotando-se um nível de confiança de 95%. A equação estimada é especificada conforme a equação 3.

$$PC_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 GP\&D_{i,t} + \beta_3 BPG_{i,t} + \beta_4 PPG_{i,t} + \beta_5 DT_{i,t} + \beta_6 DC_{i,t} + u_{i,t} \quad (3)$$

(+)                    (+)                    (+)                    (+)                    (+)

Em que  $PC_{i,t}$  são as Patentes Concedidas, variável utilizada como *proxy* para analisar o empenho em inovação. Admite-se que a concessão de patentes não representa, necessariamente, a inovação em si, mas pode representar o esforço de uma instituição em produzir inovação. As variáveis Bolsas de Pós-Graduação ( $BPG_{i,t}$ ), Programas de Pós-Graduação ( $PPG_{i,t}$ ), Doutores Titulados ( $DT_{i,t}$ ), Dispêndios dos Governos Estaduais em P&D ( $GP\&D_{i,t}$ ) e número de Docentes ( $DC_{i,t}$ ) foram adicionadas como as variáveis explicativas do modelo.

A utilização da variável Dispendio dos Governos Estaduais em P&D (GP&D) objetiva mensurar a relação entre as políticas públicas estaduais de apoio às atividades de inovação e a concessão de patentes. Admite-se que a elevação de tais dispêndios possui efeito positivo no número de patentes concedidas, sob o argumento de que a atividade científica nas universidades está fortemente ligada aos gastos dos governos em Pesquisa e Desenvolvimento (MORAES *et al.*, 2018).

Utilizou-se a variável Bolsa de Pós-Graduação (BPG) para representar a hipótese de que um maior número de bolsas para a Pós-Graduação implica em um maior esforço inovativo dentro das universidades. Segundo a CAPES (2003), a concessão desse tipo de bolsas tem a finalidade de formar recursos humanos de alto nível para o país. Deste modo, entende-se que, ao receber bolsa de estudo, o discente de Pós-Graduação poderá se dedicar à pesquisa científica (e também ao ensino e à extensão) em período integral, o que amplia a geração de conhecimento científico, resultando em um maior esforço inovativo.

Neste mesmo sentido, espera-se com a variável Programas de Pós-Graduação (PPG) que, quanto maior o número de programas de Pós-Graduação, maiores as oportunidades do(a) discente adentrar à universidade para se dedicar à pesquisa científica e produzir resultados em termos de esforço inovativo, elevando o número de patentes criadas e concedidas.

Doutores Titulados (DT) e número de Docentes (DC) foram variáveis utilizadas como *proxy* da qualificação da mão de obra e da quantidade de capital humano disponível no processo de transferência do conhecimento. Espera-se uma relação positiva dessas variáveis com o número de Patentes Concedidas, uma vez que, ao elevar o grau de especialização dos profissionais universitários para o título de doutor, eleva-se também a produtividade e a transferência de um conhecimento mais avançado. Além disso, quanto maior o número de capital humano, melhor será a disponibilidade em gerar conhecimento científico, de modo que a propensão a inovar nas instituições com esses tipos de características seja maior.

## 2.2 Base de Dados

Foram utilizados os dados: i) do Sistema de Informações Georreferenciadas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (GEOCAPES), fundação vinculada ao Ministério da Educação, que objetiva consolidar a Pós-Graduação *stricto sensu* no Brasil; ii) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), instituto público da administração federal; iii) do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC); iv) do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), autarquia vinculada ao

Ministério da Economia, cujo objetivo é estimular o desenvolvimento tecnológico. Os dados foram extraídos para todos os Estados e Distrito Federal entre os anos de 2007 e 2017. A escolha do período ocorreu com base na disponibilidade de dados mais recentes e desagregados por Estado. Apesar dos dados serem estaduais, a análise neste trabalho se dá em contexto nacional.

Na base de informações da CAPES, foram coletados os dados do número de Bolsas de Pós-Graduação oferecidas pela instituição (de mestrado, mestrado profissional, doutorado, pós-doutorado, professor visitante nacional sênior), de Programas de Pós-Graduação (mestrado acadêmico, mestrado profissional e doutorado), de Doutores Titulados e de Docentes (que incluem todos os que estavam exercendo suas funções universitárias no período).

Na base de dados do IBGE, coletaram-se os dados da estimativa populacional. Na base disponibilizada pelo MCTIC, extraíram-se os dados referentes aos Dispêndios dos Governos Estaduais em P&D. Os dados sobre Patentes concedidas foram adquiridos no sítio do INPI, que leva em consideração a concessão das patentes do tipo PI (Patente de Invenção), MU (Modelo de utilidade) e CA (Certificado de Adição). Tais informações estão resumidas no quadro 1.

**Quadro 1 – Resumo das variáveis utilizadas na estimativa do modelo de Dados em Paineis**

Variáveis	Siglas	Descrição	Período	Fonte
Patentes Concedidas	PC	Nº patentes concedidas, dividido pela população de cada Estado, por 10.000 habitantes <sup>3</sup>	2007 a 2017	INPE
Dispêndios dos Governos Estaduais em P&D	GP&D	Gastos estaduais com P&D dividido pela população de cada Estado.	2007 a 2017	MCTIC
Bolsas de Pós-Graduação	BPG	Nº bolsas concedidas para discentes de Pós-Graduação, dividido pela população de cada Estado.	2007 a 2017	GEOCAPES
Programas de Pós-Graduação	PPG	Nº programas de Pós-Graduação, dividido pela população de cada Estado.	2007 a 2017	GEOCAPES
Doutores Titulados	DT	Nº doutores titulados, dividido pela população de cada Estado.	2007 a 2017	GEOCAPES
Docentes	DC	Nº docentes com prestação de serviços nas universidades	2007 a 2017	GEOCAPES

**Fonte:** elaboração própria.

<sup>3</sup> Os dados foram redimensionados para equalizar a discrepância dos valores com os dados das demais variáveis.

### 3 Resultados e discussões

#### 3.1 Análise descritiva

O esforço de inovação pode ser entendido neste trabalho como a capacidade que uma determinada localidade possui em transformar conhecimento em inovação. Neste processo, a universidade, o governo e as empresas desempenham papel essencial por serem ambientes que objetivam a formação de recursos humanos. Disso decorre a produção de conhecimento científico e, conseqüentemente, de atividades inovadoras.

Algumas variáveis estruturais das economias estaduais estão diretamente relacionadas com o esforço inovativo nessas regiões. Considerando as estatísticas descritivas das variáveis entre os anos 2007 e 2017, observa-se que, de modo geral, as médias das variáveis foram pouco representativas, como mostrado na tabela 1.

**Tabela 1 – Estatísticas Descritivas**

Variáveis	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
PC	296	0,018000	0,03200	0,00000	0,178000
GP&D	296	18,36300	34,52100	0,00000	249,5190
BPG	296	0,000300	0,000210	0,000037	0,001011
PPG	296	0,000008	0,000003	0,000002	0,000023
DT	296	0,000045	0,000048	0,00000	0,000201
DC	296	0,000314	0,000183	0,00004	0,000884

**Fonte:** elaboração própria de acordo com a base de dados.

Nota-se, também, que a variável Dispendio em P&D (GP&D) apresentou um desvio padrão (34,521) bastante superior à sua média (18,363). Provavelmente esse fato deve-se à amplitude dos dados, ou seja, enquanto o gasto mínimo em P&D do governo estadual por pessoal foi R\$ 0 em alguns estados, em outro, realizaram-se um gasto máximo *per capita* de R\$ 249,51. A tabela 2, que apresenta o grau da relação entre as variáveis, aponta para uma correlação positiva entre a variável dependente Patentes Concedidas (PC) com as outras cinco variáveis.

**Tabela 2 – Correlação entre as variáveis**

	PC	BPG	PPG	DC	DT	GP&D
PC	1					
BPG	0,591248	1				
PPG	0,219586	0,65939	1			
DC	0,586899	0,89842	0,7052	1		
DT	0,743304	0,83794	0,38378	0,88889	1	
GP&D	0,091377	0,07656	0,01257	0,04862	0,07531	1

**Fonte:** elaboração própria de acordo com a base de dados.

Nota-se que, comparativamente às demais variáveis, há uma considerável correlação entre Patentes Concedidas: Números de Doutores Titulados (0,74), Bolsas de Pós-Graduação (0,59) e número de Docentes (0,58). A informação corrobora com a ideia de que profissionais qualificados e profissionais que são incentivados com bolsas de pesquisa contribuem mais intensamente no processo inovativo. O que chama atenção, porém, é a baixa correlação (0,09) entre o Dispendio em P&D (GP&D) e número de patentes concedidas (PC).

### 3.2 Análise empírica

Considerando que o cálculo de correlação não implica, necessariamente, em causalidade, esta subseção pretende complementar os resultados anteriores e analisar a relação de dependência entre a variável Patentes Concedidas e as variáveis estruturais utilizadas no trabalho. Os resultados das estimativas do Modelo de Dados em Painel e do teste de Hausman são apresentados na tabela 3.

**Tabela 3 – Resultados das Estimações do Modelo de Dados em Painel – Brasil (2007-2017)**

Patentes Concedidas – PC	Coeficientes	
	Efeito Fixo	Efeito Aleatório
GP&D	0.0000458 **	0.0000451**
BPG	0.1729412*	0.3058201*
PPG	539.1167*	605.6836*
DT	623.0224***	638.1136***
DC	-51.12838**	-55.37064***
const.	0.0006199	0.0006246
Correlação (ui, x)	0.0773	0 (valor assumido)
r2 within	0.4637	0.4637
between	0.6034	0.6050
overall	0.5808	0.5822

Teste de Hausman:  $\chi^2 = 1.70 / \text{Prob} > \chi^2: 0.7903$

**Fonte:** elaboração própria com base no *stata*.

**Nota:** \*significativo a 1%, \*\* significativo a 5%, \*\*\*significativo a 10%.

Pela tabela 3, nota-se, ainda intuitivamente, que os estimadores dos dois modelos não apresentam discrepâncias substanciais. A interpretação do teste de Hausman indica que, o *p-value* for inferior ao nível de significância adotado, 5%, o resultado se situará na área de rejeição da hipótese nula e, portanto, não será aceito o método do MEA. No entanto, como essa estatística foi maior que 5% (Prob > chi2: 0.7903), não se rejeita a hipótese nula. Com base no teste de Hausman, portanto, escolheu-se o MEA como melhor método (intuitivamente, esse resultado é corroborado pela baixa correlação entre as variáveis regressoras e o componente de erro individual apontado nas estatísticas do modelo). A equação do Modelo de Dados em Painel, então, ficou representada pela equação (4).

$$PCit = 0.0006 + 0.0000 \text{ GP\&D} + 0.3058 \text{ BPG} + 605.6 \text{ PPG} + 638 \text{ DT} - 55.37 \text{ DC} \quad (4)$$

O sinal esperado foi positivo para quase todas variáveis regressoras, assim como o trabalho previa, exceto para a variável Número de Docentes. Uma possível explicação para essa relação negativa pode estar na presença de *outliers*, uma vez que a quantidade *per capita* de docentes nos estados pertencentes a regiões do Sudeste e Sul do Brasil, por exemplo, são expressivamente superiores à quantidade nos estados do Norte e Nordeste (ver Apêndice A).

De acordo com os resultados, os dispêndios do governo com P&D apresentariam o menor efeito no número de patentes concedidas quando comparados com as outras variáveis institucionais relacionadas às universidades no país. O esforço inovativo seria impactado, sobretudo, pelo número de doutores titulados nas universidades e pela quantidade de programas de Pós-Graduação.

Como apontado por Gubiani (2011), o capital intelectual apresenta grande potencial na criação de conhecimento para inovação no Brasil. Em virtude dessa importância, tem-se entre 1994 e 2008 uma política de incentivo à qualificação docente no Brasil por meio de órgãos de fomento como o CNPQ e a CAPES, a fim de que o estoque de P&D no país aumentasse. Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam ainda mais a importância dessas variáveis para a geração/incentivo à inovação no Brasil. Os esforços desta pesquisa se concentraram, principalmente, em averiguar se o aumento do número de PPG elevou o número de patentes concedidas nas unidades federativas do país entre 2007 e 2017. De acordo com os resultados do modelo, a um nível de significância de 1%, o aumento do número de programas de Pós-Graduação nos estados brasileiros elevou, consideravelmente, o número de patentes concedidas.

Estes resultados também estão de acordo com alguns estudos já realizados na área, a exemplo de Gonçalves *et al.* (2019). Os autores concluem que as variáveis de desempenho utilizadas, especialmente PPG, foram elementares para o aumento no número de patentes, o que pode se traduzir em aumento de inovação. Os autores também verificaram um sinal esperado negativo para a variável DC, admitindo que tal resultado também ocorria em virtude da heterogeneidade no painel.

Montenegro, Diniz e Simões (2014), em estudo sobre a Ciência e Tecnologia e as estruturas estaduais, realizaram uma análise em painel para verificar como algumas variáveis estruturais afetam a atividade técnica científica estadual, construindo um indicador de esforço de desenvolvimento tecnológico estadual como variável dependente, sendo o número de patentes um dos principais componentes desse índice.

Os autores também apontam o efeito da pesquisa universitária para o aumento da produtividade na economia por meio da absorção do conhecimento gerado pela indústria, de modo a ressaltar a importância da estrutura científica para o processo contínuo de inovação nos estados. Neste sentido, Gonçalves *et al.* (2019) também apresentam em seu trabalho como algumas variáveis explicativas influenciam o processo de inovação, representado pelo mecanismo de patenteamento (variável dependente).

### **Considerações finais**

O esforço inovativo no Brasil perpassa pela ligação entre as unidades produtoras de conhecimento, as empresas e o governo. De modo geral, ainda há um longo caminho a ser traçado nesse sentido, mas ressalta-se a importância da universidade nesse contexto. Neste trabalho, pretendeu-se observar como determinadas variáveis estruturais influenciaram na concessão de patentes, sendo esta última variável uma *proxy* para inferir sobre o esforço inovativo no país

Os resultados obtidos permitiram observar a importância das variáveis estruturais analisadas, em especial o número de programas de Pós-Graduação, de doutores e de bolsas de Pós-Graduação, para o desenvolvimento do esforço inovativo no Brasil no período analisado. Este resultado ratifica a hipótese central assumida neste modelo, de que os PPG são fundamentais para o aumento do número de patentes nas regiões do país.

Observou-se, contudo, que a variável explicativa número de docentes dos estados apresentou sinal negativo na regressão. Em parte, essa diferença de sinal pode ser explicada pela quantidade de *outliers* na base de dados, que ocorre em virtude da discrepância desse dado entre os estados brasileiros.

A despeito deste trabalho constituir-se em uma agenda de pesquisa ainda inicial, foi possível observar que a universidade e tudo que sua estrutura comporta impactou consideravelmente os esforços de inovação no Brasil entre 2007 e 2017. Destaca-se que, neste estudo, não se pretendeu estimar uma regressão com todas as variáveis que explicam o comportamento da inovação no Brasil, mas inferir sobre a importância da estrutura universitária, em especial o número de Programas de Pós-Graduação no estímulo à inovação, sendo essa a principal contribuição.

É válido mencionar que o número de patentes não é capaz de representar todo o processo inovativo no país, uma vez que esse se constituiria também de outros indicadores, sendo essa a principal limitação do trabalho. Não obstante, as patentes constituem-se um importante medidor do esforço em inovar, uma vez que são geradas a partir da necessidade de proteger produtos/processos inovadores. Ainda com essa limitação, observou-se um considerável efeito da estrutura das universidades sobre as patentes concedidas no Brasil no período analisado. Considera-se que tais impactos sejam ainda maiores se considerados outros indicadores de inovação – o que se constitui uma agenda de pesquisa futura.

Diante desse quadro, ressalta-se a importância da pesquisa realizada nas universidades brasileiras, em especial nos Programas de Pós-Graduação, para geração de inovação e todas as externalidades positivas que estas podem trazer para a economia de um país.

## Referências

- ALLEN, K. R.; TAYLOR, C. C. *Bringing Engineering Research to Market: How Universities, Industry and Government are Attempting to Solve the Problem. Engineering Management Journal*, 17(3), p. 42-48, 2005.
- AUDY, J. A inovação, o desenvolvimento e o papel da universidade. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 90, p. 75-87, 2017.
- BALTAGI, B. H. *Econometrics analysis of panel data*. 3 ed. Chichester, UK: Wiley & Sons, 2005.
- BERNI, J. C. A; GOMES, C. M; PERLIN, A. P; MARQUES, J. K; FRIZZO, K. Interação universidade-empresa para a inovação e a transferência de tecnologia. **Revista Gestão Universitária na América Latina – GUAL**, v. 8, n. 2, p. 258-277, 2015.
- BORGES, Mario Neto. As fundações estaduais de amparo à pesquisa e o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação no Brasil. **Revista USP**, n. 89, p. 174-189, 2011.

BRASIL. **Lei de Inovação Tecnológica nº 10.973/2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, DF: Congresso Nacional, 03 de dezembro de 2004. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm)>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

CASTRO, B. S.; SOUZA, G. C. O papel dos Núcleos de Inovação Tecnologia (NITs) nas universidades brasileiras. **Liinc em Revista**, v. 8, n. 1, p. 125-140, 2012.

CLOSS, L. Q; FERREIRA, G. C. A transferência de tecnologia universidade-empresa no contexto brasileiro: uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009. **Gestão & Produção**, 19(2), p. 419-432, 2012.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. *The dynamics of innovation: from National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple Helix of university–industry–government relations*. **Research Policy**, 29, p. 109-123, 2000.

GUBIANI, J. S. **Modelo para diagnosticar a influência do capital intelectual no potencial de inovação nas universidades**. Tese de Doutorado. 194f. Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

GREENE, W. H. *Analisis of panel data*. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

HSIAO, Cheng. *Analysis of panel data*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

IPIRANGA, A. S. R.; ALMEIDA, P. C. H. O tipo de pesquisa e a cooperação universidade, empresa e governo: uma análise na rede nordeste de biotecnologia. **Organização & Sociedade**, v. 19, n. 60, p. 17-34, 2012.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

MATIAS-PEREIRA, J.; KRUGLIANSKAS, I. Gestão de inovação: A Lei de Inovação Tecnológica como ferramenta às políticas industrial e tecnológica no Brasil. **RAE-Eletrônica**, v. 4, n. 2, n.p., 2005.

GONÇALVES, B. S.; RITO, M. S. R; MELO, J. N.; SILVA, G. F.; SANTANA, J. R. O mecanismo de patenteamento como estímulo à inovação tecnológica no Brasil. **Revista Gestão Industrial**, v. 15, p. 237-252, 2019.

MONTENEGRO, R. L. G.; DINIZ, B. P. C.; SIMOES, R. F. Ciência e Tecnologia *versus* estruturas estaduais: uma análise em dados em painel (2000 - 2010). **In: XVI Seminário sobre a Economia Mineira: repensando o Brasil**. Diamantina, 2014.

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, p. 27-43, 2018.

RAPINI, M. S.; RIGHI, H. M. Interação universidade-empresa no Brasil em 2002 e 2004: uma aproximação a partir dos grupos de pesquisa do CNPq. **Revista Economia**, v. 8, n. 2, p. 248-268, 2007.

RIBEIRO, L. M.; BOTELHO, S. S. C.; DUARTE FILHO, N. L. Modelo interativo e aberto: repensando o papel da universidade na geração do conhecimento e da inovação. **Revista Espacios**, v. 37, n. 33, p. 12, 2016.

ROSA, A. C.; RUFONNI, J. Mensuração da capacidade absorptiva de empresas que possuem interação com universidades. **Economia e Desenvolvimento**, v. 26, n. 1, p. 80-104, 2014.

SCHUMPETER, A. J. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. Coleção os Economias, São Paulo – Nova Cultura, 1997.

TEIXEIRA, A. L. S.; ROSA, A. C.; RUFONNI, J.; RAPINI, M. S. Dimensões da capacidade de absorção, qualificação da mão de obra, P&D e desenvolvimento inovativo. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 15, n. 1, p. 139-163, 2016.

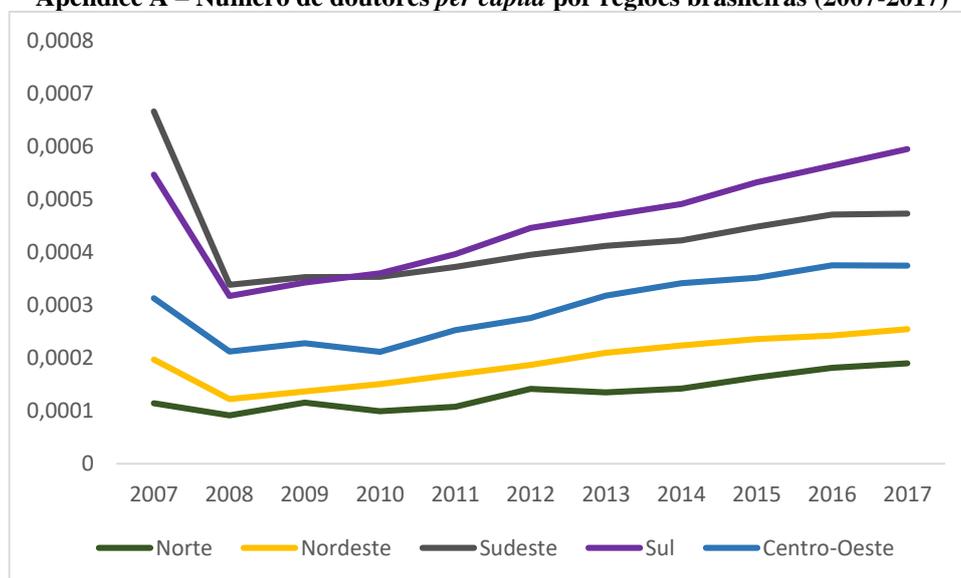
TOSTA, K. C. B.; SPANHOL, F. J.; TOSTA, H. T. Conhecimento, universidade e inovação: como se relacionam na geração de inovação baseada em conhecimento. **Revista GUAL**, v. 9, n. 3, p. 245-268, 2016.

VELHO, L. O papel da formação de pesquisadores no Sistema de Inovação. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 4, p. 23-28, 2007.

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

Apêndice

Apêndice A – Número de doutores *per capita* por regiões brasileiras (2007-2017)



Fonte: elaboração própria com base nos dados do GEOCAPES.