

# A INFLUÊNCIA DOS INVESTIMENTOS PÚBLICOS ESTADUAIS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

uma análise em painel no período de 2000 a 2012

**Bruno Setton Gonçalves<sup>1</sup>**

Universidade Federal de Alagoas  
bruno.ssetton@arapiraca.ufal.br

**José Ricardo de Santana<sup>2</sup>**

Universidade Federal do Sergipe  
santana\_joserickardo@yahoo.com.br

---

## Resumo

Os investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) são importantes para o aumento da competitividade econômica e para a escolha do processo de desenvolvimento. O presente artigo aborda a influência dos investimentos públicos estaduais em CT&I no desenvolvimento regional. Para tal foi utilizado um modelo econométrico de análise em painel com dados no período de 2000 a 2012, com 13 observações anuais para as variáveis de cada unidade federativa, uma *proxy* para crescimento econômico foi utilizada como variável dependente, como variáveis explicativas foram utilizados o valor do dispêndio público em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de cada estado (DISP) e a *proxy* para inovação, representada por um indicador estadual de ciência e tecnologia, além das variáveis de controle capital humano (KH), a população de cada um dos estados brasileiros (POP) e uma *Dummy* para mitigar os efeitos dos *outliers*. Por intermédio da estimação do modelo de dados em painel foi possível comprovar a hipótese de que o investimento público estadual em P&D é condição necessária para gerar inovação posterior no setor privado e promover o crescimento econômico, ainda que esse efeito seja assimétrico e concentrado.

**Palavras-chave:** Financiamento público. Desenvolvimento Regional. Sistema de Inovação. Dados em Painel.

## THE INFLUENCE OF STATE PUBLIC INVESTMENTS IN SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION IN REGIONAL DEVELOPMENT

A panel analysis from 2000 to 2012

## Abstract

Investments in Science, Technology and Innovation (ST&I) are important for increasing economic competitiveness and for choosing the development process. This article addresses the influence of state public investments in ST&I on regional development. For this purpose, an econometric model of panel analysis was used with data from 2000 to 2012, with 13 annual observations for the variables of each UF. A proxy for economic growth was used as a dependent variable as explanatory variables were the value of public expenditure used. in Research and Development (R&D) for each state (DISP) and the proxy for innovation, represented by a state science and technology indicator, in addition to the human capital control (KH) variables, the population of each of the Brazilian states (POP) and a *Dummy* for mitigate the effects of outliers. By estimating the panel data model, it was possible to prove the hypothesis that state public investment in R&D is a necessary condition to generate further innovation in the private sector and promote economic growth, even though this effect is asymmetric and concentrated.

**Keywords:** Public financing. Regional development. Innovation System. Panel Data.

---

<sup>1</sup> Professor Adjunto IV do Departamento de Administração Pública da UFAL, Doutor em Ciência da Propriedade Intelectual pelo PPGPI/UFS, Mestre em Economia pelo NUPEC/UFS (2008) e Bacharel em Economia pela Universidade Federal de Sergipe (2004).

<sup>2</sup> Professor titular da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Doutor em Economia de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas - SP (2004), mestre em Economia pela Universidade Federal do Ceará (1995) e bacharel em Economia pela Universidade Federal de Sergipe (1991).



Esta obra está licenciada sob uma licença

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

P2P & INOVAÇÃO, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 274-292, Mar./Ago. 2023.

## 1 INTRODUÇÃO

O estado da arte sobre a economia da inovação tem defendido que a produção de conhecimentos novos possui correlação direta com os investimentos em P&D e que, em algum momento, essa relação tende a traduzir-se em inovação. A inovação é um componente determinante na condução do desenvolvimento tecnológico e socioeconômico dos países e regiões. Estados que possuem políticas públicas sólidas e consistentes voltadas para a inovação tecnológica, normalmente possuem um parque industrial mais avançado, apresentam menos desigualdade social sendo, portanto, nações mais prósperas (OLIVEIRA et al., 2015).

Um dos principais fatores que influenciam ativamente o processo de inovação tecnológica e crescimento econômico é representado pelos gastos em P&D. Esse debate está muito bem referenciado na literatura por autores como Dosi, Freeman e Fabiani (1994) que apresentaram como a correlação entre tecnologia e riqueza evoluiu ao longo do século XX, destacando o crescente papel da ciência como fonte de desenvolvimento econômico (OLIVEIRA et al., 2015).

Entretanto, no Brasil, investimentos em CT&I, o esforço a inovação e os *spillover* de conhecimento não se distribuem de forma equânime entre as regiões e estados o país é marcado por uma forte concentração desses indicadores em regiões em que a economia é mais dinâmica (BAHIA e SAMPAIO, 2015).

Neste artigo, as hipóteses a serem testadas é de que o investimento público estadual em P&D é condição necessária para gerar inovação posterior no setor privado e promover o crescimento econômico e que, embora o nível de inovação tecnológica seja parte integrante do índice de crescimento econômico dos estados brasileiros, não há uma relação linear entre os investimentos com P&D e o nível de inovação em uma economia. Diante do exposto, o objetivo central deste artigo foi apresentar, através de uma análise de dados em painel, os processos dinâmicos das relações causais entre os investimentos públicos estaduais em P&D, a inovação tecnológica e o crescimento econômico dos estados brasileiros.

Ademais desta introdução, o artigo possui mais quatro seções, sendo um referencial teórico abordando o papel do Estado empreendedor no processo de desenvolvimento regional, uma apresentação dos procedimentos metodológicos, bem como a base de dados, a análise e discussão dos resultados e as considerações finais, à guisa de conclusão.

**2 A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E O CRESCIMENTO ECONÔMICO**

Os modelos de crescimento neoclássicos têm no capital seu principal embasamento teórico, cujos pressupostos estão calcados na modelagem da acumulação do capital físico e humano. A tecnologia, apesar de lembrada na teoria ortodoxa no processo de crescimento econômico, não é modelada. As melhorias tecnológicas, segundo a escola neoclássica, ocorrem de modo exógeno a uma taxa constante,  $g$ , e as diferenças de tecnologia entre economias permanecem inexplicadas. Desse modo, a teoria neoclássica do crescimento expõe sua deficiência (JONES, 1997).

Na economia do crescimento e do desenvolvimento, tecnologia é a maneira como os insumos são transformados em produto no processo produtivo. Na função de produção de Cobb-Douglas  $Q=AL^\alpha K^\beta$ , onde:  $Q$  = produto,  $L$  = quantidade de trabalho,  $K$  = quantidade de capital e  $A$ ,  $\alpha$  e  $\beta$  são constantes determinadas pela tecnologia. E para Jones (1997), a tecnologia de produção é melhorada pelas ideias e uma nova ideia permite que um dado pacote de insumos gere um produto maior ou melhor.

Não há crescimento econômico na ausência de progresso tecnológico, e as diferenças na produtividade, provenientes dos distintos níveis de tecnologia na economia, corroboram na explicação para os diferentes estágios de desenvolvimento entre países e regiões. Os investimentos em CT&I enquanto agente catalisador da competitividade de países e regiões, é essencial na escolha do processo de desenvolvimento que se pretende adotar (ASHEIM e ISAKSEN, 2002). O Estado moderno busca promover, articular e controlar as atividades científica e tecnológicas e o processo de inovação nacional por meio do planejamento, fomento e incentivo, dessas ações.

Em oposição ao modelo neoclássico, o progresso tecnológico, movido pelo investimento em P&D, torna-se endógeno no modelo de Romer<sup>3</sup>, quando é introduzida a busca por novas ideias de pesquisadores interessados em lucrar a partir das invenções. O modelo visa explicar por que e como os países avançados exibem um crescimento sustentável e está dividido em duas etapas: uma equação que descreve a função de produção e um conjunto de equações que descrevem a evolução dos insumos da função de produção ao longo do tempo. A princípio, o modelo proposto por Romer apresenta certa semelhança

276

---

<sup>3</sup> Lucas e Romer construíram modelos de crescimento econômico que incorporassem elementos que tornassem a taxa de crescimento endógena, tais como o capital humano, os efeitos das pesquisas e desenvolvimento, os efeitos de transbordamento (*spillover*) (JONES, 1997).

com o modelo de Solow<sup>4</sup>; entretanto, com uma importante diferença. A função de produção agregada do modelo de Romer descreve como o estoque de capital (K) e o trabalho (L) se combinam para gerar o produto (Y) usando o estoque de ideias (A) (JONES, 1997).

$$Y = K^{\alpha}(AL_y)^{1-\alpha}$$

O que a teoria do crescimento endógeno deixa evidente é que o progresso técnico pode ser analisado isoladamente, este independe do capital ou do produto, sua dependência está condicionada à força de trabalho e à participação da população dedicada à pesquisa. Portanto, a questão central do modelo é considerar o que acontece com o progresso tecnológico e com o estoque de capital após o aumento dos investimentos em P&D.

## 2.1 A POLÍTICA PÚBLICA DE CT&I E A PROPRIEDADE INTELECTUAL

O *Bayh-Dole Act* de 1980, lei americana que estimulou a produção de patentes em universidades, que obtiveram financiamento de fundos federais, foi uma das principais ações por parte do Estado no que se refere ao fomento à inovação, permitindo que pesquisas financiadas com recursos públicos fossem objeto de proteção por patentes, ao invés de permanecerem no domínio público; tal medida açodou o nascimento da indústria de biotecnologia, uma vez que quase todas as novas empresas do setor eram *spin-offs* concebidas em universidades com forte financiamento do Estado (MAZZUCATO, 2014; CRUZ e SOUZA, 2014).

Um exemplo que ilustra bem essa ideia dos *policy-makers* foi a política fiscal adotada pelo Reino Unido em 2013, chamada de *patent box*, que consistia na redução em 10% dos impostos das corporações pelo lucro obtido com a comercialização de patentes. Essa ação do Estado é condizente com a crença de que o fomento à inovação pode ser viabilizado via política fiscal (MAZZUCATO, 2014).

No entanto, o Estado é apenas uma peça da engrenagem, o Sistema Nacional de Inovação (SNI) é um arranjo institucional complexo, produto de um longo desenvolvimento histórico que envolve diversos atores, como empresas, universidades, institutos públicos de pesquisa, governos, sistemas legais, articulação com sistemas financeiros (públicos e privados) em busca do desenvolvimento econômico.

---

<sup>4</sup> O modelo de Robert-Solow é um modelo neoclássico do crescimento, que estuda o crescimento da economia de um país em um longo período. Ele apresentou como fonte de crescimento econômico: a acumulação de capital, o crescimento da força de trabalho e as alterações tecnológicas (BLANCHARD, 1999).

Não obstante, os esforços do Estado podem ser frustrados caso os recursos alocados não gerem um ambiente mais favorável ao desenvolvimento de inovações no setor empresarial. A inovação ocorre na empresa, mas o Estado pode induzir, fortemente, o comportamento, as estratégias e as decisões empresariais relativas à inovação. Os três principais fatores apontados como obstáculos à inovação são: os riscos econômicos excessivos, elevados custos e escassez de fontes apropriadas de financiamento. Com relação aos custos e riscos, o primeiro instrumento de política é a garantia da estabilidade macroeconômica, com taxas mais robustas de crescimento. Em segundo lugar, linhas de financiamento, que reconheçam as necessidades especiais da atividade inovadora podem ser criadas ou aperfeiçoadas para estimular o setor produtivo (SALERNO e KUBOTA, 2008).

Vale salientar que nos Estados Unidos da América (E.U.A) os governos estaduais apoiam preferencialmente a pesquisa das universidades públicas, por entenderem que beneficiam a indústria local e estimulam o desenvolvimento econômico regional baseado nas inovações (HEGDE, 2005). Esse é o modelo da tríplice hélice que envolve a geração de riqueza (indústria), a produção de novidade (academia), e o controle público (governo) (LEYDESDORFF e MEYER, 2006).

Esse tripé se torna crucial para o crescimento econômico, uma vez que as universidades produzem o conhecimento e as empresas aplicam as inovações e geram empregos, renda e riqueza. O governo, por sua vez, tem o papel de garantir a transferência da tecnologia e das inovações desenvolvidas no ambiente de pesquisa para o meio produtivo. Restrições a sua comercialização, a seu financiamento e à manutenção de institutos de pesquisa e pesquisadores são barreiras significativas à transferência dos efeitos da inovação para o crescimento econômico. Cabe então ao Estado garantir os meios propícios para que haja a respectiva sinergia entre o ambiente empresarial e o ambiente de pesquisa, sob pena de realização de gastos de pesquisa de forma ineficiente (BOTTAZZIA e PERI, 2002; ACSA, ANSELINB e VARGA, 2002).

Segundo Salerno e Kubota (2008), o Brasil vem implementando políticas com um caráter menos linear de apoio à inovação, objetivando engajar as empresas em estratégias de inovação de produtos, de processos, de forma de uso, de distribuição e de comercialização, visando alcançar um nível maior de desenvolvimento e de geração de renda.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E BASE DE DADOS**

Serão expostos aqui os métodos e técnicas utilizados para a estimação de um painel de dados por meio do método *Ordinary Least Squares* (OLS) e do método PCSE,

desenvolvido por Beck e Katz (1995).

### 3.1. MODELO DE REGRESSÃO COM DADOS EM PAINEL

O procedimento metodológico adotado empregará a técnica de estimações por OLS para dados em painel, efeito aleatório e efeito fixo, além do teste do Multiplicador de *Lagrange*<sup>5</sup> para a escolha do melhor modelo econométrico.

A opção pelos dados de painel está embasada no argumento de que o método permite o estudo de processos dinâmicos, proporcionando um melhor entendimento das relações causais entre as variáveis, permitindo o controle de heterogeneidade individual consentindo uma melhor investigação de problemas que são obscuros em dados transversais (GREENE, 2012 e WOOLDRIDGE, 2010).

A análise dos efeitos da inovação para o crescimento econômico será feita com base no modelo econométrico a ser estimado, na forma empilhada, pela seguinte forma funcional:

$$Y_{PIB_{it}} = \beta_0 + \beta_1 IECT_{it} + \beta_2 Disp_{it} + \beta_3 KH_{it} + \beta_4 Pop_{it} + Dummy + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

em que  $i = 1, 2, \dots, 27$  refere-se a cada uma das 27 UF,  $t = 1, 2, \dots, 13$  contabiliza as 13 observações anuais para as variáveis de cada UF (período 2000-2012), a variável dependente será representada por uma *proxy* para crescimento econômico, o PIB de cada estado da federação, como variáveis explicativas serão utilizadas o valor do dispêndio público em P&D de cada estado (DISP) e a *proxy* para inovação, denominada IECT (Indicador Estadual de Ciência e Tecnologia). Como variáveis de controle serão usadas uma *proxy* para capital humano (KH) representada pelos anos de estudo-médio-pessoas 25 anos e mais, a população de cada um dos estados brasileiros (POP), uma *Dummy* para mitigar os efeitos dos *outliers* apresentados para São Paulo, além dos efeitos individuais não observáveis dos estados ( $\mu$ ) e do termo de erro da região  $i$  no ano  $t$  ( $\varepsilon$ ).

279

### 3.2 BASE DE DADOS E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

A base de dados utilizada neste trabalho, para a construção do modelo econométrico a ser estimado, foi construída a partir da combinação de diferentes fontes, como dados de renda do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); dados de dispêndios

<sup>5</sup> Apesar do teste de *Hausman* ser o mais usual para escolha entre os efeitos fixos e aleatórios, o modelo apresentando apresentou heterocedasticidade e foi preciso usar a Correção Robusta White, o que impede a sua utilização. Em substituição foi utilizado o Teste do Multiplicador de *Lagrange* para efeitos aleatórios.

estaduais em P&D, no Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e de qualificação da mão de obra do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A amostra, para a elaboração do modelo, possui os 27 estados brasileiros para o período de 2000 a 2012. O período citado foi selecionado de acordo com a disponibilidade das informações divulgadas para a construção de um painel balanceado.

O recorte territorial UF usado deve-se ao fato de que grande parte das informações disponibilizadas não é fornecida em níveis territoriais mais desagregados.

A descrição das variáveis utilizadas nas estimações, assim como seus referenciais teóricos e empíricos será retratada a seguir, no Quadro 1 que resume a relação esperada entre a inovação, o crescimento dos estados brasileiros e as variáveis explicativas selecionadas. A análise em questão adota a hipótese de que as variáveis escolhidas são fatores que influenciam de forma positiva a variável dependente selecionada.

Quadro 1-Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Sinal Esperado	Referencial Teórico e Empírico	Fonte
<b>PIB</b>	n/d	Ferreira e Diniz (1995; Azzoni et al. (2000); Bernades, Motta e Albuquerque (2003); Resende e Figueiredo (2005); Amorim, Scalco e Braga (2008); Cruz et al. (2015); Oliveira et al. (2015; Montenegro, Diniz e Simões (2015); Hiadlovsky et al. (2018, Venezuela (2018).	IBGE
<b>IECT<sup>6</sup></b>	+	Bernades, Motta e Albuquerque (2003); Hegde (2005); Sousa (2013); Montenegro, Diniz e Simões (2015); Oliveira et al. (2015); Bahia e Sampaio (2015, Venezuela (2018).	MCTI, CNPq e GEOCAPES
<b>DISP</b>	+	Howells (2005); Serra e Vergolino (2009); Oliveira et al. (2015; Bahia e Sampaio (2015).	MCTI
<b>KH</b>	+	Amorim, A.L, Scalco, P.R e Braga, M.J (2008); Fraga, Gilberto Joaquim e Bacha, Carlos José Caetano (2013); Montenegro, Diniz e Simões (2015); Bahia e Sampaio (2015); Hiadlovsky et al. (2018), Venezuela (2018).	IPEA
<b>POP</b>	+	Montenegro, Diniz e Simões (2015); Bahia e Sampaio (2015)	IBGE
<b>Dummy</b>	+	Montenegro, Diniz e Simões (2015)	Elaboração própria

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

<sup>6</sup> Ver o artigo - Indicador estadual de ciência e tecnologia: uso da propriedade intelectual em uma *proxy* para inovação tecnológica. *Gestão & Regionalidade* | São Caetano do Sul, SP | v.37 | n. 110 | p. 177-195 | maio/ago. | 2021 | ISSN 2176-5308

Vale pontuar que as variáveis (PIB) e (Disp) estão em preços reais correntes de 2012 calculados pelo IGP-M; a escolha do índice de preços parte da sua base metodológica que agrega outros três índices de preços: o Índice de Preços ao Produtor Amplo (IPA-M), o Índice de Preços ao Consumidor (IPC-M) e o Índice Nacional de Custo da Construção (INCC-M) (FGV-IBRE, 2013).

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A presente seção analisa os resultados dos modelos de efeitos fixos e aleatórios, Os resultados das estimações e de todos os testes realizados no modelo em dados empilhados encontram-se na Tabela 3.

##### 4.1 ANÁLISE EM PAINEL PARA EFEITOS FIXOS E ALEATÓRIOS

O modelo teórico prevê a existência de efeitos não observados, tais como a atratividade econômica regional e seus processos dinâmicos, os incentivos legais e políticos que determinam os níveis de financiamento local, além da própria hipótese de que o espaço geográfico interfere nas variáveis sob estudo. Diante do exposto, é prudente que se busque uma estimação que permita o controle de heterogeneidade individual consentindo uma melhor investigação de problemas que são obscuros em dados transversais; assim, a estimação por MQO, na presença de heterogeneidade não observada, não é a melhor opção justamente por produzir estimativas viesadas (BAHIA e SAMPAIO, 2015).

Posto isso, foi utilizado o Teste do Multiplicador de *Lagrange*, para o qual a hipótese nula é  $\sigma^2_u = 0$ . Sendo rejeitada, há uma diferença entre as regressões e sendo assim, é preferível usar o método em painel de efeito aleatório, conforme resultado apresentado na Tabela 1.

281

Tabela 1 - Teste do Multiplicador de Lagrange para efeitos aleatórios

Resultados estimados	Var	sd = sqrt(Var)
PIB	3,35e+22	1,83e+11
E	4,60e+20	2,14e+10
U	9,72e+19	9,86e+09
Test: Var(u) = 0		
chibar2(01) = 29,07		
Prob > chibar2 = 0,0000		

Fonte: Elaborado pelo autor, com o *Statistics/Data Analysis* (2019).



Os resultados preliminares para efeitos aleatórios apresentaram resultados que corroboram com o estado da arte apresentado, coeficientes positivos para as variáveis explicativas, bem como todos os o p-valores estatisticamente significantes a 5%, conforme Tabela 2. Entretanto, é necessário testar o modelo quanto às violações dos pressupostos de homocedasticidade, quando os erros são variáveis aleatórias de variância constante e o de autocorrelação, ou seja, quando os erros não são independentes em relação ao tempo.

Tabela 2 - Resultados das estimações realizadas para o modelo em painel

PIB	MQO	OLS	
		Fixed-effects	Random-effects
	Coeficientes		
<b>DISP</b>	200,978 (0,000)*	118,9615 (0,000)*	194,8677 (0,000)*
<b>IECT</b>	8,03e+09 (0,000)*	-6,19e+09 (0,000)*	5,19e+09 (0,004)**
<b>KH</b>	2,41e+10 (0,000)*	6,82e+09 (0,009)***	2,81e+10 (0,000)*
<b>POP</b>	8809,087 (0,000)*	94805,52 (0,000)*	10244,21 (0,000)*
<b>Dummy</b>	-3,46e+11 (0,000)*	-	-3,47e+11 (0,000)*
<b>Cos</b>	-1,44e+11 (0,000)*	-6,14e+11 (0,000)*	-1,78e+11 (0,000)*
<b>R<sup>2</sup></b>	0,9663	0,9286	0,9655
<b>Breusch Pagan</b>	349,55	-	-
<b>(Breusch-Pagan) chi<sup>2</sup></b>	0,0000	-	-
<b>Teste de White</b>	255,8137 Chi-sq(19) P-value = 2,1e-43	-	-
<b>Teste de VIF</b>	6,08	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor, com o Statistics/Data Analysis (2019). Nota: 1) entre parênteses encontram-se os p-valores; 2) Níveis de significância: \*Significativo a 1%. \*\*Significativo a 5%. \*\*\*Significativo a 10%.

Para a violação de homocedasticidade, quando a variação dos erros de cada unidade transversal não é constante apresentando problemas de heterocedasticidade, foi utilizado o Teste Modificado de Wald para Heterocedasticidade (Quadro 2). A hipótese nula deste teste é que não há problema de heterocedasticidade, quer dizer  $\sigma^2_i = \sigma^2$  para todos  $i = 1 \dots N$  e  $N$  é o número de unidades transversais.

Quadro 1 - Teste Modificado de Wald para Heterocedasticidade

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all $i$
$chi2(27) = 30299,72$
$Prob > chi2 = 0,0000$

Fonte: Elaborado pelo autor, com o *Statistics/Data Analysis* (2019).

O teste nos diz que rejeitamos o H0 de variação constante e aceitamos a H1 de heterocedasticidade

Quanto ao problema de autocorrelação, é comum que seja apresentado nos dados do painel: a independência é violada quando os erros de diferentes unidades são correlacionados (correlação contemporânea) ou quando os erros em cada unidade são temporariamente correlacionados (correlação serial), ou ambos.

283

Existem várias maneiras de diagnosticar problemas de autocorrelação. No entanto, cada um desses testes funciona sob certas suposições sobre a natureza dos efeitos individuais. O utilizado foi o desenvolvido por Wooldridge (Quadro 3) um teste muito flexível com base em suposições mínimas que podem ser executadas no Stata. A hipótese nula deste teste é que não há autocorrelação; obviamente, se for rejeitada, podemos concluir que esta existe. No modelo aqui desenvolvido, é muito provável que o nível de dispêndio público em P&D (DISP) em  $t$  esteja associado ao nível de dispêndio em  $(t - 1)$ .

Quadro 3 - Teste de Wooldridge para autocorrelação serial em dados de painel

H0: <i>no first-order autocorrelation</i>
$F(1, 26) = 350,224$
$Prob > F = 0,0000$

Fonte: Elaborado pelo autor, com o *Statistics/Data Analysis* (2019).

O teste indica que há um problema de autocorrelação a corrigir. Como já dito anteriormente as estimações nos dados do painel podem ter problemas de correlação contemporâneas se as observações de certas unidades estiverem correlacionadas com as observações de outras unidades no mesmo período de tempo. Como na heterogeneidade, as

variáveis dicotômicas de efeitos temporais são incorporadas ao modelo para controlar eventos que afetam todas as unidades (estados) igualmente em um determinado ano. A correlação contemporânea é semelhante, mas com a possibilidade de algumas unidades serem mais ou menos correlacionadas que outras. O problema da correlação contemporânea refere-se à correlação dos erros de dois estados que podem ser relacionados, mas permanecem independentes dos erros dos outros estados. No modelo desenvolvido, uma forte crise fiscal como a que vem se apresentando no país desde a metade da última década pode afetar os estados com menor dinamismo econômico e maior dependência das contas públicas, reduzindo a produção e, portanto, a renda de estados de regiões menos dinâmicas economicamente.

O teste Breusch e Pagan foi utilizado para identificar os problemas de correlação contemporâneos nos resíduos de modelo em painel (Quadro 4). A hipótese nula é a de que existe independência transversal (*cross-sectional independence*), ou seja, que os erros entre as unidades são independentes entre si. Se  $H_0$  é rejeitado, existe um problema de correlação contemporânea.

Quadro 4 - Teste de Breusch e Pagan para correlação contemporânea em dados de painel

<i>Pesaran's test of cross sectional independence</i> = 10,381
Pr = 0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor, com o *Statistics/Data Analysis* (2019).

O teste indica que a hipótese nula foi rejeitada, sendo necessário corrigir o problema de correlação contemporânea.

Os problemas de correlação contemporânea, heterocedasticidade e autocorrelação apresentados pela variável DISP foram resolvidos em conjunto com estimadores de Quadrados Mínimos Generalizados Viáveis (FGLS) e com Erros Corrigidos Padrão para Painel (PCSE). Beck e Katz (1995) demonstraram que os erros PCSE padrão são mais precisos que os do FGLS. A Tabela 3 apresenta as estimações corrigidas.

Tabela 3 - Resultados das estimações realizadas para o modelo em painel corrigidas

PIB	MQO	OLS		PCSE
		Fixed-effects	Random-effects	Heterocedasticidade Correlação Serial Correlação Contemporânea
Coeficientes				
DISP	200,978 (0,000)*	118,9615 (0,000)*	194,8677 (0,000)*	120,08 (0,000)*
IECT	8,03e+09 (0,000)*	-6,19e+09 (0,000)*	5,19e+09 (0,004)**	2,23e+09 (0,049)**
KH	2,41e+10 (0,000)*	6,82e+09 (0,009)***	2,81e+10 (0,000)*	4,33e+09 (0,000)*
POP	8809,087 (0,000)*	94805,52 (0,000)*	10244,21 (0,000)*	4142,837 (0,000)*
Dummy	- 3,46e+11 (0,000)*	-	-3,47e+11 (0,000)*	0 -
Cos	- 1,44e+11 (0,000)*	-6,14e+11 (0,000)*	-1,78e+11 (0,000)*	0 -
R <sup>2</sup>	0,9663	0,9286	0,9655	0,8387
Breusch Pagan	349,55	-	-	-
(Breusch-Pagan) chi <sup>2</sup>	0,0000	-	-	-
Teste de White	255,8137 Chi-sq(19) P-value = 2,1e-43	-	-	-
Teste de VIF	6,08	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor, com o *Statistics/Data Analysis* (2019).

Nota: 1) entre parênteses encontram-se os *p-valores*; 2) Níveis de significância: \*Significativo a 1%. \*\*Significativo a 5%. \*\*\*Significativo a 10%.

**5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ENCONTRADOS**

Os resultados da Tabela 6 mostram um coeficiente positivo e um p-valor estatisticamente significativo para os dispêndios estaduais em P&D; entretanto, é preciso considerar que essa variável se comporta como um passeio aleatório, ou seja, o melhor previsor para dispêndio público em P&D, num determinado ano, é o gasto público em P&D no ano anterior.

Os dados mostram que essa intervenção do Estado em política de C&T traz um efeito marginal positivo no indicador de crescimento (PIB). A trajetória crescente dos dispêndios em P&D nos estados brasileiros no período analisado demonstra ser uma estratégia de crescimento econômico e desenvolvimento da base científica tecnológica, apesar da assimetria regional e inter-regional desse investimento público.

As evidências empíricas encontradas no modelo apontam uma tendência neoschumpeteriana, identificada na maioria dos países da OCDE, nos quais o Estado vem atuando cada vez mais forte como um agente ativo no processo de inovação com o intuito de mitigar as falhas de mercado, uma vez que o mercado por si só não é capaz de fazer essa regulação.

Bahia e Sampaio (2015) encontram um resultado contrário ao encontrado neste trabalho. Entretanto, vale ressaltar que Bahia e Sampaio (2015) utilizaram os gastos públicos com C&T, inclusos, portanto, os gastos com as ACTC. Dessa forma, a variável apresentou sinal negativo, além de não ter apresentando significância estatística. Esse resultado invalidaria a hipótese desta pesquisa, que espera que os gastos públicos com P&D influenciem positivamente a geração de inovação.

Bahia e Sampaio (2015) presumem que estes gastos sejam efetuados, sobretudo, em pesquisas acadêmicas que não chegam a gerar inovação. Tal resultado pode ser justificado também pelo próprio sistema de inovação brasileiro que, segundo Gonçalves (2007), é centrado em segmentos tecnológicos de média e baixa intensidade e pouco baseado em gastos de P&D realizados pelas firmas. Assim, esse tipo de gasto não tem impacto na geração de inovação pelos estados.

Já pesquisas como as de Oliveira et al (2015) Vão de encontro aos resultados de Bahia e Sampaio (2015) e corroboram com os resultados apresentados nesta pesquisa, buscando estimar a contribuição dos dispêndios públicos e privados com P&D entre 2000 e 2011 e avaliar esse incremento no PIB nacional; os autores encontraram um coeficiente positivo e um p-valor altamente significativo para o dispêndio. Outro trabalho que segue a mesma linha de resultados foi o de Serra e Vergolino (2009) que analisou os resultados da

estimação do modelo de crescimento econômico para as microrregiões do Nordeste referente ao período 1970-2005. Avaliando o impacto dos investimentos em CT&I na região Nordeste, a partir dos recursos dos Fundos Setoriais do CNPq, os autores mostraram que há efeito positivo nos gastos e investimentos em inovação no desenvolvimento tecnológico e crescimento econômico do país, das regiões e dos estados, como vem sendo defendido neste trabalho.

A variável IECT construída a partir de uma técnica de estatística multivariada, denominada, Análise de Componentes Principais (ACP) para ser uma *proxy* de inovação tecnológica também apresentou um coeficiente positivo e um p-valor estatisticamente significativo, conforme esperado, ou seja, quanto mais desenvolvida a base científica e tecnológica de um estado ou região, maior sua capacidade de gerar inovação e o efeito marginal disso sobre o crescimento da economia é positivo. Resultados similares são encontrados em Bahia e Sampaio (2015), no qual a variável que representa a inércia temporal da geração de inovação apresentou sinal positivo e significância estatística e em Hiadlovsky et al. (2018, p.51), para quem a: *“Innovation is supposed to be the key determinant of economic growth in the long run. With respect to innovation performance, especially science and technology seems to be the most important sector”*.

287

Vale ressaltar que mesmo encontrando um efeito positivo da *proxy* de inovação sobre o PIB dos estados brasileiros é importante pontuar que há uma grande concentração desta capacidade inovativa nas regiões Sudeste e Sul ao longo de 2000 a 2012, essa constatação é a grande contribuição proposta pelo IECT, o indicador do esforço de inovação tecnológica em nível subnacional, vai além de uma proposta de construção de uma *proxy* ele é uma ferramenta analítica que permite inferir a distribuição regional da atividade científica e tecnológica.

Segundo Bahia e Sampaio (2015) o espaço exerce influência positiva e relevante para as inovações brasileiras. A inércia temporal supõe que, uma vez constituídos mecanismos de geração de inovação em determinado estado ou região, a mobilidade territorial da mesma se torna difícil, exatamente porque a persistência temporal irá agir na continuidade do processo inovativo naquele estado ou região. Esse pode ser um dos motivos pelos quais as políticas de incentivo à geração de inovação no país possuem um perfil extremamente assimétrico entre suas regiões e estados durante o período observado, persistindo a concentração quanto à produção de inovação nos estados do Sul e Sudeste.

A variável de controle, capital humano (KH), apresentou um coeficiente fortemente positivo e um p-valor altamente significativo estatisticamente, conforme esperado.

Resultados semelhantes foram encontrados por Hiadlovsky et al. (2018) que sugerem que há um efeito positivo significativo e estatisticamente significativo, da participação dos empregados em ciência e tecnologia no PIB *per capita* regional; em Bahia e Sampaio (2015) o capital humano foi medido através do número de matrículas no ensino superior e apresentou um coeficiente positivo esperado e significância estatística e em Montenegro, Diniz e Simões (2015), a *proxy* de capital humana, representada pelo grau de qualificação da mão de obra especializada, foi altamente significativa e apresentou o sinal teórico esperado, a saber, quanto maior a participação de trabalhadores qualificados em uma região ou estado, espera-se que haja maior articulação e investimentos de C&T e, conseqüentemente, um transbordamento disto no crescimento econômico dos estados. E em Gómez-Valenzuela (2018, p.22), para quem: “*Los resultados mostrados por los datos de panel ponen en evidencia que los factores de capital humano, los sistemas de propiedad intelectual como expresión del grado de desarrollo institucional de las economías y el esfuerzo en producción de conocimiento muestran en su conjunto una lectura positiva acerca del papel que desempeñan en las dinámicas de crecimiento y desarrollo. Por igual, estos factores relacionan de manera clara la innovación con las dinámicas de creación de valor que dentro de un sistema de innovación impactan en el crecimiento económico*”.

288

Podemos supor que a intensidade da ciência e da tecnologia está correlacionada pela parcela de capital humano empregada neste setor e que, quanto mais qualificada for essa mão de obra, mais ela afetará positivamente o desenvolvimento econômico regional. Hiadlovsky et al. (2018) vão além, ao afirmar que quanto maior a parcela de pessoas com ensino superior vivendo em uma região, mais fácil é a condução do processo inovativo, isso porque o nível educacional geralmente é considerado um fator muito importante no que diz respeito à criação e inovação de conhecimento. Logo, a melhora do nível educacional de um estado ou região torna-se uma das políticas efetivas para melhorar o desempenho da inovação e também impactar o crescimento econômico da região.

Corroborando com o estado da arte, os resultados aqui apresentados reforçam que capital humano qualificado tende a ter um efeito positivo no PIB dos estados. Este efeito parece ser ainda mais forte quando se considera a defasagem de um ano.

Como esperado, a variável de controle, POP, apresentou um sinal positivo, indicando haver um efeito positivo entre o tamanho do estado e seu nível de produto, além de apresentar um p-valor estatisticamente significativo. Quanto à *Dummy*, variável responsável por captar as influências regionais, não foi estatisticamente significativa, o que se esperava era que esta expressasse a existência de uma distribuição regional desigual da

atividade de C&T no período estudado, e que a atividade inovativa estivesse concentrada nas regiões Sul e Sudeste, principalmente a região Sudeste, devido à presença do estado de São Paulo, mas isso não pode ser inferido pelo modelo, apesar da análise empírica indicar.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados fornecem algumas contribuições, à guisa de conclusão, para a compreensão dos processos dinâmicos das relações causais entre os investimentos públicos estaduais em P&D, a inovação tecnológica e o crescimento econômico dos estados brasileiros, para os anos de 2000 a 2012, levando-se em consideração as disparidades regionais, a abrangência temporal e a dimensão territorial da análise.

Assim, a análise e a compreensão dos fatores relacionados à capacidade dos estados brasileiros em financiar suas estruturas de C&T, permitem identificar o papel do SRI e a questão das disparidades regionais no processo inovativo e de desenvolvimento regional. Por intermédio da estimação do modelo de dados em painel foi possível comprovar a hipótese de que o investimento público estadual em P&D é condição necessária para gerar inovação posterior no setor privado e promover o crescimento econômico, ainda que esse efeito seja assimétrico e concentrado.

As séries analisadas mostram a evolução agregada dos dispêndios com P&D para todos os anos analisados. Os resultados da estimação do modelo proposto confirmam o efeito positivo dos dispêndios públicos no crescimento do PIB dos estados brasileiros; os mesmos efeitos positivos foram identificados quanto à *proxy* de inovação e a *proxy* de crescimento econômico dos estados, o PIB, confirmando a importância desses dispêndios para o desenvolvimento tecnológico e econômico do Brasil, aceitando assim a terceira hipótese levantada de que, embora o nível de inovação tecnológica seja parte integrante do índice de crescimento econômico dos estados brasileiros, não há uma relação linear entre os investimentos com P&D e o nível de inovação em uma economia.

O que parece posto, no entanto, é que a inovação implica na existência de uma economia altamente interconectada, com *feedback loops* contínuos entre diferentes agentes econômicos que permitam o compartilhamento do conhecimento e a expansão de seus limites.

Os resultados encontrados apontam ainda que a capacidade dos governos estaduais em investir a favor de uma infraestrutura de C&T mais consolidada, principalmente em relação à mão de obra qualificada, devem convergir com políticas de desenvolvimento regional, uma vez que um maior nível de escolaridade contribuirá para um maior *spillovers*



de conhecimento direcionado ao setor produtivo, e por conseguinte, maior produção científica e tecnológica, que seriam as condições necessárias para criar um ambiente inovador, capaz de imprimir um maior grau de complexidade as economias regionais e locais.

É importante ressaltar que os resultados observados convergem com grande parte dos estudos empíricos já pesquisados sobre o tema. Contudo, este trabalho apresenta algumas limitações; a primeira é quanto ao tamanho da série temporal observada (2000 a 2012), essa se dá ao caráter pouco homogêneo das bases de dados existentes, optou-se então por um período menor de análise dos dados, para que fosse garantido um banco de dados balanceado sem quebras na série histórica, outra limitação importante é quanto às características das principais variáveis utilizadas, inovação e os dispêndios público estaduais, ambos tem comportamento aleatório e mudam conforme as mudanças nas políticas públicas. Outro aspecto importante é em relação à defasagem temporal é consensual na literatura que os resultados provenientes de investimentos em P&D necessitam de um tempo para maturar e apresentar resultados, nesse sentido o modelo proposto precisa ser melhorado para captar de forma mais eficiente esses efeitos. Essas são limitações do presente trabalho e sugestões de incremento e novas pesquisas.

## REFERÊNCIAS

ACSA, Zoltan J; ANSELINB, Luc; VARGA, Attila. *Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge*. **Research Policy**, v.31, p.1069–1085, 2002.

ASHEIM, Bjørn T.; ISAKSEN Arne. *Regional Innovation Systems: The Integration of Local 'Sticky' and Global 'Ubiquitous' Knowledge*. **Journal of Technology Transfer**, v.27, p.77–86, 2002.

BAHIA, Domitila Santos e SAMPAIO, Armando Vaz. Diversificação e Especialização Produtiva na Geração de Inovação Tecnológica: Uma Aplicação para os Estados Brasileiros, **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v.12, n.3, p.109-134, jul/set 2015.

BECK, Nathaniel e KATZ, Jonathan N. *What to do (and not to do) with time-series cross-section data*. **The American Political Science Review**, v.89, n.3, p.634-647, Sep, 1995.

BLANCHARD, Olivier. **Macroeconomia: teoria e política econômica**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

BOTTAZZIA, Laura; PERIC, Giovanni. Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patente data. **European Economic Review**, v.47, p.687–710, 2003. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/econbase](http://www.elsevier.com/locate/econbase), Acessado em: 12 de abril de 2016.

BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Indicadores**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview>

\_\_\_\_\_, Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada (IPEA). Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>

\_\_\_\_\_, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Disponível em: <http://cnpq.br/indicadores1>

\_\_\_\_\_, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Disponível em: <http://capes.gov.br>

\_\_\_\_\_, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <http://ibge.gov.br>

CRUZ, Bruno de Oliveira et al. (Org.). *Economia Regional e Urbana: Teorias e métodos com ênfase no Brasil*. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea**, Brasília, p.406, 2011.

DOSI, Giovanni, FREEMAN, Christopher e FABIANI, Silvia. *The Processo f Economic Development: Introducing Some Stylized Facts and Theories on Techologies, Firms and Institutions*. **Industrial and Corporate Change**. V.3, Ed.1, 1994, p.1–45, <https://doi.org/10.1093/icc/3.1.1>

GÓMEZ-VALENZUELA, Víctor. *Relación entre Propiedad Intelectual, Innovación y Desarrollo: Evidencias de Datos de Panel*. **Ciencia y Sociedad**, Vol. 43, No. 1, enero-marzo, 2018 • ISSN: 0378-7680. DOI: <http://dx.doi.org/10.22206/cys.2018.v43i1.pp11-29>

GONÇALVES, E. O padrão especial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória. **Estudos Econômicos**, v.37, n.2, p.403-433, 2007.

GREENE, William H. **Análise Econométrica**. 5ª Ed, Prentice Hall, 2012.

HEGDE, Deepak. *Public and Private Universities: Unequal Sources of Regional Innovation?* **Economic Development Quarterly**. November, 2005.

HIADLOVSKY, Vladimir, HUNADY, Jan, ORVISKA, Maria e PISAR, Peter. *Research Activities and their Relation to Economic Performance of Regions in the European Union*. **Business Systems Redearch**; v.9; n.1 2018.

JONES, Charles. **Teoria do Crescimento Econômico**. 4ª tiragem, Campus, 1997.

LEYDESDORFF, Loet e MEYER, Martin. *Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems Introduction to the special issue*. **Research Policy**, v.35, p.1441-1449, 2006. Disponível em: [www.sciencedirect.com.br](http://www.sciencedirect.com.br), Acessado em: 12 de abril de 2016.

MAZZUCATO, Mariana. **O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. Tradução Elvira Serapicos. – 1ªed. – São Paulo: Portifolio-Penguin, 2014.

MONTENEGRO, R.L.G, DINIZ, B.P.C, SIMÕES, R.F. Ciência e Tecnologia *versus* estruturas estaduais: uma análise em dados em painel (2000-2010). **Anais do XLII Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, 2016. Disponível em: <http://econopapers.repec.org/paper/anpen2014/133.htm>

NELSON, R.R. *The Market Economy, and the Scientific Commons*. **Research Policy**, v.33, s.n., p.455, 2004.

OLIVEIRA, Michel Ângelo Constantino, MENDES, Dany Rafael Fonseca, MOREIRA, Tito Belchior Silva, CUNHA, George Henrique de Moura. Análise Econométrica dos Dispendios em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Brasil. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v.12, n.3, p.268-286, jul/set. 2015

SALERNO, Mario Sérgio e KUBOTA, Luís Claudio. **Estado e Inovação**. Brasília, IPEA, 2008.

SERRA, Maurício e VERGOLINO, José Raimundo. Investimento em Ciência, Tecnologia e Inovação e Desenvolvimento Regional: O Papel dos Fundos Setoriais no Nordeste, 2000-2008, 2009. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/pde/pde/2009/projetos-selecionados-e-artigos-elaborados-no-pde>

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução a Econometria: uma abordagem moderna**. Tradução da 4ª edição Norte-Americana. São Paulo: Cengage Learning, 2014.