



## CAPITAL HUMANO, INTENSIDADE DA INOVAÇÃO E CRESCIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL

**Diego Araujo Reis** – [diegoaraujoreis@hotmail.com](mailto:diegoaraujoreis@hotmail.com)

*Program of Postgraduate in Intellectual Property Science – Federal University of Sergipe*

**Iracema Machado de Aragão Gomes** – [aragao.ufs@gmail.com](mailto:aragao.ufs@gmail.com)

*Program of Postgraduate in Intellectual Property Science – Federal University of Sergipe*

**Resumo**— O capital humano e a inovação são cruciais para o desenvolvimento econômico. O objetivo desta pesquisa é analisar nas regiões do Brasil e a relação entre o capital humano especializado na indústria, a intensidade em inovação na indústria e o Produto Interno Bruto Real, entre 1998 e 2014. Foram utilizados procedimentos metodológicos de pesquisa quantitativa com aplicação de correlação e teste de correlacionamento, por meio dos dados obtidos na Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC). Os resultados indicam que quanto maior o estoque de capital humano especializado, mais inovações em produtos e processos são geradas, e maior o valor do PIB real. Evidencia-se também que quanto maior o número de inovações em produtos e processos novos para o mercado nacional, maior é o valor do PIB real.

**Palavras-Chave**— Pós-Graduação; Pesquisa e Desenvolvimento; Inovação.

**Abstract**—Human capital and innovation are crucial to economic development. The objective of this research is to analyze in the regions of Brazil and the relationship between the human capital specialized in the industry, the intensity in innovation in the industry and the Real Gross Domestic Product between 1998 and 2014. Methodological procedures of quantitative research with application of correlation and correlation test, through the data obtained in the Industrial Research of Technological Innovation (PINTEC). The results indicate that the greater the stock of specialized human capital, the more innovations in products and processes are generated, and the higher the real GDP. It is also evident that the greater the number of innovations in new products and processes for the national market, the greater the real GDP.

**Keywords** —Postgraduate; Research and Development; Innovation.

### 1 INTRODUÇÃO

Schumpeter (1982) introduziu a noção de inovação ao associá-la com o resultado de novas combinações entre os fatores de produção, que materializa-se na criação de novas coisas, novos bens, novos métodos de produção ou transporte e novas formas de organização industrial. Para o autor, o empreendedor, por meio de sua alta capacidade perceptiva do funcionamento daquilo que o cerca, é o responsável pelo processo de criação e possui o feeling para inovar. O empreendedor é, portanto, um profissional com estoque de conhecimento que, quando direcionado à inovação, cria produtos e processos novos. Nesse sentido, o empreendedor inovador é quem inicia a mudança cuja aplicação dos diferentes métodos de combinações impulsionam o desenvolvimento econômico.

Apesar da ênfase atribuída ao empresário inovador, este pode ser visualizado na perspectiva do

capital humano acumulador de conhecimento pensado por Lucas (1988), Romer (1990), Mankiw, Romer e Weil (1992) Aghion e Howitt (1992), que impulsiona o progresso científico e tecnológico através da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), fundamental para o desenvolvimento econômico. A P&D potencializa as melhorias na qualidade dos bens e serviços disponíveis, ao tempo em que o capital humano é o insumo básico da atividade. Teixeira (2007) afirma que a inovação é o motor do crescimento, e tem como combustível essencial o capital humano. A dotação de capital humano viabiliza a capacidade de inovação das nações e a difusão tecnológica. Por outro lado, a escassez de capital humano tem implicações negativas sobre a P&D, engessando a capacidade de introduzir melhorias na qualidade dos bens e serviços, e, conseqüentemente, restringe o progresso material.

De forma mais ampla, quando se observa o espectro das nações, o desenvolvimento tecnológico, em outras palavras, depende dos avanços realizados nas diversas esferas do conhecimento científico, que, por meio de um ambiente de propriedade intelectual, tem penetrado na base produtiva das empresas, transformando seus padrões de organização.

Bresser-Pereira (2008) observa que a incorporação de progresso técnico-científico ao capital humano e físico permite o aumento da produtividade e dos salários, redução dos custos de produção e elevação do padrão médio de vida da população, o que gera ganhos de competitividade e de crescimento econômico para a sociedade.

A transformação do conhecimento em valor, portanto, adquire o caráter de vetor fundamental da dinâmica econômica e passa a depender da capacidade que cada país possui em gerar sustentavelmente o processo de inovação e de distribuir os benefícios econômicos gerados pelas novas tecnologias junto à sociedade.

Quando se observa o nível de conhecimento acumulado pelo capital humano, a geração de inovações e a produção econômica das nações, Gonçalves, Ribeiro e Freguglia (2016) relatam que há um gap entre as nações avançadas e em desenvolvimento. O Brasil, além de ocupar um lugar secundário no campo do desenvolvimento científico, possui uma base produtiva industrial com pouca intensidade em inovação. Davidovich (2011) e Borges (2011) afirmam que a política científica brasileira esteve tradicionalmente dissociada da política industrial e, que, ambos foram tardiamente implementados. Mais recentemente, o Estado brasileiro, através do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC), tem estabelecido políticas sistemáticas de fomento a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para induzir o desenvolvimento de sua produção científica e industrial, inclusive, direcionando e realizando políticas específicas para mitigação das desigualdades regionais.

Dentre uma série de políticas de apoio a CTI, destacam-se a implantação de instrumentos normativos, como a Lei 8.661/93 e a Lei 10.973/04. A Lei 8.661/93, conhecida como Lei do Bem, permitiu que empresas privadas que realizasse atividades de P&D pudessem ter incentivos fiscais, através de dedução de imposto de renda até certo limite. Em 2005 foi sancionada a Lei 11.196, que revoga a Lei 8.661 e acrescenta outros incentivos fiscais para a inovação tecnológica e a exportação, permitindo o subsídio para a fixação de pesquisadores nas empresas e a subvenção a projetos de empresas considerados importantes para o desenvolvimento tecnológico nacional. Kannebley Júnior, Shimada e De Negri (2016) esclarecem que os incentivos ao dispêndio privado em P&D podem vir ainda na forma de financiamentos com taxas subsidiadas, créditos sobre impostos, subvenções e regras contábeis mais flexíveis, a exemplo da depreciação acelerada. Em 2004, a Lei nº 10.973, chamada de Lei da Inovação, estabeleceu os incentivos à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. A lei inaugura um novo ambiente institucional para a cooperação de entre Universidades e Empresas, estimulando entre eles o patenteamento e a transferência tecnológica.

Além desses instrumentos normativos, há outras iniciativas do Estado brasileiro de longo prazo, relacionada a produção pública do conhecimento e a oferta de infraestrutura de CT&I. Soma-se também a

criação de um ambiente favorável à propriedade intelectual, com a efetiva proteção das patentes (Kannebley Júnior, Shimada e De Negri, 2016). Registra-se também o fortalecimento, através do aumento dos repasses, dos fundos setoriais para financiamento da pesquisa e programas específicos de financiamento à inovação, implementados pelas agências públicas de fomento a inovação e ao desenvolvimento científico. Destacam-se a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que passam por um processo de amadurecimento institucional. Importante também foi à criação e às atividades das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP).

O Brasil, vêm tentando montar e consolidar o seu Sistema Nacional-Regional de Inovação, para o fomento de atividades inovativas. O Sistema Nacional de Inovação é tratado pelos autores Freeman (1987), Dosi et al. (1988) e Lundvall (2007), que o define como sendo uma teia de relações de instituições da iniciativa pública e privada, que atuam dentro de um sistema econômico, cujas atividades, interações e utilização do conhecimento modificam e difundem as novas tecnologias de maneira útil. Nesse complexo sistema, é inegável o papel do capital humano e a P&D para a geração de inovações e para o desenvolvimento econômico.

O objetivo desta pesquisa é analisar no Brasil e em suas regiões a relação entre o capital humano especializado na indústria, a intensidade em inovação na indústria e o Produto Interno Bruto Real, entre 1998 e 2014. Para este fim, utilizam-se os dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e aplicam-se os métodos de estatística descritiva e inferência (correlação e teste de correlacionamento).

## **2 CAPITAL HUMANO, INOVAÇÃO E CRESCIMENTO ECONÔMICO**

Vários estudiosos no campo da economia destacam a relevância do capital humano no processo de inovação (Schumpeter, 1982; Jaffe, 1986; Jaffe, 1989; Collins, 1990; Griliches, 1990; Hecker, 2005; Montenegro e Betarelli Junior, 2008; Borschein, 2009; Gama, Bastos e Cardoso, 2016; Gonçalves, Ribeiro e Freguglia, 2016; Kannebley Júnior, Shimada e De Negri, 2016).

Schumpeter (1982) foi o pioneiro ao destacar a relevância do empreendedor no processo de inovação, e como a inovação exerce influência direta no desenvolvimento econômico, visto por ele como um fenômeno distinto, que altera de forma espontânea e descontínua os canais do convencional fluxo circular da economia. Trata-se para, portanto, de um rompimento do equilíbrio anteriormente constituído, que depois volta a sua normalização tanto na esfera da produção como na esfera do consumo.

Sendo o empreendedor inovador o agente da inovação, Schumpeter (1982) explica que ele é o responsável pela destruição criadora, que dinamiza o capitalismo ao introduzir inovações tecnológicas. O autor embute também em sua teoria do desenvolvimento, o papel essencial do crédito, como forma de financiar as novas oportunidades de negócios oferecidas pelos empreendedores inovadores.

Ocorre que a geração da inovação, pretendida pelo empreendedor, e mais especificamente pelas organizações empresariais, na maioria das vezes, exige um processo de P&D, até que o produto ou processo novo, definitivamente, seja elaborado, com uma finalidade específica, e que venha a despertar ou atender as necessidades dos consumidores intermediários e finais.

De acordo com o Manual Frascati da OCDE (2002), a P&D é entendida como o trabalho criativo realizado para ampliar a base de conhecimentos científicos e tecnológicos e o uso desses conhecimentos para criar novas aplicações. A P&D demanda, necessariamente, a mobilização de investimentos, em médio e longo prazo, em capital humano e financeiro.

Outra coletânea de autores direcionou seus esforços para investigar como o capital humano e a inovação tecnológica impactam no crescimento econômico (Harrod, 1939; Domar, 1946; Solow, 1956;

Arrow, 1962; Romer, 1986; Lucas, 1988; Romer 1990; Mankiw, Romer e Weil, 1992; Barro e Lee, 2001; Cohen e Soto, 2007; Texeira, 2007; Marinho e Silva, 2009; Queirós, 2014).

Outro grupo de autores procuraram explorar os indicadores de inovação da indústria brasileira, produzidos pela PINTEC, e merecem destaque pela importância dos seus achados (Junior, Porto e Pazello, 2004; Tironi, 2005; Almeida e Filho, 2013; Oliveira e Conceição, 2014; Jacoski, Dallacorte, Bieger e Deimling, 2014).

Junior, Porto e Pazello (2004) realizaram uma caracterização das indústrias inovadoras a partir das informações da PINTEC (2000). Os autores empregaram procedimentos estatísticos não-paramétricos, e elencaram, em ordem decrescente, quatro principais fatores distintivos entre empresas inovadoras e não-inovadoras, quais sejam: a orientação exportadora, o tamanho da empresa, a origem estrangeira do capital e a variação interindustrial. Os autores também conduziram uma análise econométrica para as informações setoriais, onde foi possível complementar e referendar parte dos resultados obtidos para toda indústria.

Tironi (2005) desenvolveu algumas ponderações referentes a alternativas de políticas de inovação elaboradas com base na PINTEC, e conclui que a intensidade tecnológica da inovação é considerada uma questão importante para políticas e estratégias de inovação.

Almeida e Filho (2013) avaliaram os principais determinantes do crescimento do market share industrial numa perspectiva regionalizada, a partir das ideias sumarizadas na equação replicator dynamics, para compreender o papel da eficiência dos gastos em inovação tecnológica nesse processo. A metodologia adotada pelos autores utilizou os dados da PINTEC (2000, 2003, 2005 e 2008) e Análise Envoltória de Dados (DEA) com supereficiência, bem como instrumental econométrico de dados em painel. Os resultados identificados pelos autores revelam que a eficiência do esforço inovativo sinalizam que as indústrias localizadas nas localidades consideradas ineficientes, realocam os gastos internos em P&D para aquisição de conhecimento fora do âmbito da empresa, para incrementar a performance do impacto das inovações. Além disso, os autores estimaram as variáveis com defasagem de um período e perceberam que a eficiência dos recursos em inovações apresenta relação positiva e estatisticamente significativa com o crescimento do market share.

Oliveira e Conceição (2014) apresentaram os principais resultados da PINTEC (2008-2011) com foco para o Rio Grande do Sul e concluíram que as empresas gaúchas se mostraram, na média, mais inovadoras que as empresas nacionais. Jacoski, Dallacorte, Bieger e Deimling (2014) analisaram o desempenho da inovação regional, investigando o nível de inovação tecnológica nas indústrias de uma região no período de quatro anos e a relação com o desenvolvimento regional. Os autores utilizaram os dados da PINTEC, somado a uma pesquisa semiestruturada aplicada em 54 indústrias de diversos setores que mais caracterizam o aporte ao desenvolvimento desta região. Os autores concluíram que apesar dos inúmeros obstáculos enfrentados, as indústrias estão obtendo um nível de atividade inovadora nos seus produtos e processos.

O presente estudo situa-se nas linhas de investigações supramencionadas, ao tempo em que analisará no Brasil e em suas regiões a relação entre o capital humano especializado na indústria, a intensidade em inovação na indústria e o Produto Interno Bruto Real.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

O presente estudo tem como principal referência de base de dados as seis edições da PINTEC (1998-2000; 2001-2003; 2003-2005; 2006-2008; 2009-2011; 2012-2014), que inclui as empresas que estão em situação ativa no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE), do IBGE, e que tenham atividade principal compreendida nas seções: B e C (Indústrias extrativas e Indústrias de transformação, respectivamente); seção D (Eletricidade e gás); nas divisões de Serviços 61 (Telecomunicações), 62 (Atividades dos serviços



de tecnologia da informação), 71 (Serviços de arquitetura e engenharia; testes e análises técnicas) e 72 (Pesquisa e desenvolvimento científico), no grupo de serviços 63.1 (Tratamento de dados, hospedagem na Internet e outras atividades relacionadas), e na combinação de divisão e grupo de serviços 58 mais 59.2 (Edição e edição integrada à impressão; e Atividades de gravação de som e de edição de música) da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

As empresas selecionadas precisam estar sediadas em qualquer parte do território nacional, e possuir 10 ou mais pessoas ocupadas em 31 de dezembro do ano de referência do cadastro básico de seleção da pesquisa. A variável de número de pessoal ocupado em P&D se refere ao último ano do período de referência da pesquisa, enquanto que as variáveis de número de inovações de produto e/ou processo se referem a um período de três anos consecutivos.

O estudo é de natureza quantitativa e se insere no campo das pesquisas descritivas e explicativas. Isso porque em termos de pesquisa descritiva serão feitos levantamentos sobre o referencial bibliográfico e documental sobre os resultados da PINTEC, entre 1998 e 2014. Por outro lado, a proposta se insere como pesquisa explicativa, ao tempo em que buscará verificar, com auxílio do instrumental estatístico de correlação e teste de correlacionamento, se há relações entre a intensidade da inovação (Produto e Processo novos para o mercado nacional) com as pessoas com Pós-Graduação ocupadas nas atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento na indústria de transformação e o Produto Interno Bruto corrigido pelo Deflator Implícito (Ano Base 2013). Num primeiro momento os dados são observados em nível regional a partir da estatística descritiva. Num segundo momento os dados das regiões são empilhados para o cálculo da correlação e do teste de correlacionamento.

A Correlação Linear Simples ( $r$ ) mede ou grau de associação linear entre duas variáveis:

$$r = \frac{n \sum x.y - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad 3.1$$

A proposta é saber se as alterações sofridas por uma das variáveis são acompanhadas por alterações nas outras. O termo correlação significa relação em dois sentidos, e é usado em estatística para designar a força que mantém unidos dois conjuntos de valores. O coeficiente de correlação linear é um número puro que varia de  $-1$  a  $+1$  e sua interpretação dependerá do valor numérico e do sinal.

Para verificar se o resultado da estatística é significativa, realiza-se o teste de correlacionamento. Para uma amostra normal, temos que:

$$H_0 : p = 0$$

$$H_1 : p \neq 0$$

A estatística do teste é dada por:

$$tc = r \frac{\sqrt{n-m}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Onde,  $n$  é o número de dados,  $m$  é o número de variáveis consideradas. A hipótese  $H_0$  é rejeitada se o valor de observação da estatística de teste ( $tc$ ) é maior que  $t_{\alpha/2}$  ou inferior que  $-t_{\alpha/2}$  ou  $\left[ r \frac{\sqrt{n-m}}{\sqrt{1-r^2}} \right] \geq t_{\alpha/2}$ .

Entende-se que as empresas podem realizar atividades inovativas a partir de dois contextos diferenciados. O primeiro, envolve a aquisição de bens, serviços e conhecimentos externos (inovação de produto ou processo novo para empresa), que não estão relacionadas, necessariamente, com a P&D. O segundo contexto, relaciona-se diretamente com a P&D, podendo envolver, portanto, pesquisa básica, aplicada ou desenvolvimento experimental. O número de pessoas do quadro da empresa ocupadas nas atividades de P&D correspondem a um insumo fundamental para o desenvolvimento de inovações no âmbito das indústrias, ao tempo em que se espera que o maior nível de qualificação gere impactos positivos sobre a dinâmica e o caráter da inovação. Para um melhor entendimento sobre as inovações realizadas pelas

indústrias, apresenta-se os resultados das inovações sob a perspectiva de inovação de produto e processos novos para o mercado nacional, de modo a captar o grau de novidade da inovação introduzida no país.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A PINTEC é construída por meio de amostragem probabilística estratificada, que tem como vantagem a obtenção de resultados mais confiáveis. Na Tabela 1 exibe-se o total da amostra de indústrias pesquisadas por regiões, em cada edição da PINTEC. As regiões Sul e Sudeste destacam-se por possuírem os maiores números de empresas pesquisadas.

Tabela 1. Total da Amostra de indústrias pesquisadas na PINTEC

Regiões	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014
Norte	1.965	2.498	2.919	3.463	3.622	3.830
Nordeste	6.799	8.194	9.098	10.699	13.641	14.306
Sudeste <sup>1</sup>	14.905	46.922	50.113	54.418	61.288	60.423
Sul	18.502	22.245	24.217	26.133	31.469	32.501
Centro-Oeste	3.238	4.403	4.707	5.784	6.612	6.915
Brasil	45.409	84.262	91.054	100.497	116.632	117.976

Fonte: PINTEC. 1- Entre 1998 e 2000 as indústrias do Estado de São Paulo não foram consultadas pela PINTEC.

O capital humano é um elemento essencial para a geração de inovações (Gama, Bastos e Cardoso, 2016; Gonçalves, Ribeiro e Freguglia, 2016). A PINTEC disponibiliza informações sobre o número de pessoas com pós-graduação ocupadas nas atividades de P&D na indústria, no último ano de referência da pesquisa, por região. Ver-se-á através da Tabela 2 que, para cada região, o número de Pós-Graduados cresceu categoricamente quando se compara a 5ª edição da PINTEC (2009-2011) com a 1ª, a 2ª, a 3ª e a 4ª edição da PINTEC, com exceção do centro-oeste que apresentou seu melhor resultado na 4ª edição. Na última edição da PINTEC, as regiões Norte e Sul exibiram redução. O destaque, no entanto, vai para as regiões Sudeste e Nordeste. As regiões Sudeste e Sul possuem o maior número de pós-graduados ocupados nas atividades de P&D na indústria.

Tabela 2. Total de pessoas com pós-graduação ocupadas nas atividades de P&D na indústria

Regiões	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014
Norte	40	86	62	101	175	110
Nordeste	165	77	179	106	225	481
Sudeste	942	2.380	3.294	3.438	4.253	4.683
Sul	350	554	778	689	1.022	1.014
Centro-Oeste	35	24	17	63	58	84
Brasil	1.532	3.121	4.330	4.398	5.733	6.373

Fonte: PINTEC.

É válido salientar que a elevação do número de pessoas com pós-graduação ocupadas nas atividades de P&D pode estar associado a mobilidade de capital humano qualificado, convergindo com os achados de Gonçalves, Ribeiro e Freguglia (2016), que evidenciaram a migração de mão de obra qualificada entre as regiões brasileiras. Ademais, houve também investimentos maciços do governo federal na expansão do

número de centros de pós-graduação, o que pode ter garantido uma oferta adequada de mão de obra qualificada nas próprias regiões.

O número de pessoas com Pós-graduação ocupadas nas atividades de P&D correspondem a um insumo fundamental para o desenvolvimento de inovações com intensidade (produtos ou processos novos para o mercado nacional). Hecker (2005) enfatiza que a área de P&D também está associada com o aumento da produtividade nas empresas, que tem rebatimento na competitividade e, conseqüentemente, no crescimento econômico. De acordo com a Tabela 3, as regiões Sul e Sudeste possuem maior número de empresas inovadoras em produtos novos para o mercado nacional, em termos absolutos.

Nota-se que nem todas as empresas da indústria de transformação estão envolvidas em atividades inovativas durante todos os períodos e em todas as regiões, quando comparado os resultados da Tabela 3 com a Tabela 1. Observa-se, portanto, que as inovações de produtos novos para o mercado nacional, quando relativizada, correspondem a uma pequena fração, refletindo um baixo grau de inovação. Assim, a hipótese central na qual se baseia a pesquisa da PINTEC é a de que a inovação é um fenômeno raro.

Tabela 3. Total de indústrias que implementaram inovações de produtos novos para o mercado nacional, por regiões

Regiões	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014
Norte	41	72	67	50	70	116
Nordeste	116	79	149	239	245	129
Sudeste	433	1.305	1.932	2.715	2.280	2.677
Sul	719	806	753	947	1.415	1.439
Centro-Oeste	31	35	55	171	263	85
Brasil	1.340	2.297	2.956	4.122	4.273	4.446

Fonte: PINTEC.

Sobre a inovação de processo novo para o mercado nacional, exhibe-se na Tabela 4 os resultados absolutos, de modo a captar o grau de novidade da inovação introduzida pelas regiões brasileiras. Constatase que as inovações de processos novos para o mercado nacional foram maiores nas regiões Sudeste e Sul.

Tabela 4. Total de empresas dentro da amostra que implementaram inovações de processos novos para o mercado nacional, por regiões (1998-2014)

Regiões	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014
Norte	101	42	81	29	102	60
Nordeste	161	69	80	153	105	217
Sudeste	314	551	921	1.340	1.483	1.857
Sul	451	350	385	763	717	841
Centro-Oeste	33	12	42	50	66	47
Brasil	1.059	1.023	1.509	2.335	2.474	3.023

Fonte: PINTEC.

Os melhores resultados obtidos pelas regiões, sobretudo a região Sudeste (Tabela 3 e Tabela 4), expressa o esforço das indústrias em obter lucros extraordinários e poder de mercado por meio da produção de produtos e processos novos, que substituem os mais antigos. Menciona-se ainda, conforme já evidenciado por Jaffe (1986; 1989) e Montenegro e Betarelli Junior (2008), o papel dos spillovers

tecnológicos; uma vez que as inovações são comercializadas, abre a possibilidade para que outros possam direcionar energias para aperfeiçoar o produto por meio da P&D.

Para uma avaliação mais ampla sobre a importância da inovação na economia, apresenta-se na Tabela 5 o Produto Interno Bruto (PIB) corrigido pelo Deflator Implícito (Ano Base 2013), afim de correlacioná-lo com os indicadores de qualificação e de inovação. De acordo com o que se verifica, o Brasil é um país caracterizado por fortes desigualdades regionais na geração de sua riqueza devido, principalmente, a concentração de capital físico e humano nas regiões Sudeste e Sul, conforme se evidencia para o capital humano na Tabela 2. As diferenças de produtividade também explicam as distorções econômicas entre as regiões.

Tabela 5. PIB<sup>1</sup> no último ano de cada edição da PINTEC, por regiões (Em R\$ Trilhões)

Regiões	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014 <sup>2</sup>
Norte	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,30
Nordeste	0,42	0,44	0,49	0,57	0,63	0,73
Sudeste	1,92	1,93	2,14	2,42	2,59	2,97
Sul	0,56	0,61	0,63	0,72	0,76	0,89
Centro-Oeste	0,28	0,31	0,33	0,40	0,45	0,49
Brasil	3,33	3,47	3,78	4,32	4,67	5,37

Fonte: deepask. 1- Corrigido pelo Deflator Implícito (Ano Base 2013). 2- O valor do PIB foi estimado pela multiplicação do valor real do PIB de 2013 pela taxa de crescimento de 2014, divulgada pelo IBGE (0,1%).

Apesar do aumento do PIB ao longo dos anos, as regiões Nordeste, Norte, Sul e Centro-Oeste respondem por uma fração pequena da riqueza produzida. A região Sudeste continua com o maior PIB. Maciel, Andrade e Teles (2008) ao analisarem a dinâmica de convergência regional da renda per capita para as regiões brasileiras, concluíram que há uma tendência à concentração espacial e formação de dois steady states (rico e pobre) para as rendas per capita das regiões do Brasil. Na avaliação desses autores, as regiões Centro-Oeste e Sul tendem a alcançar a renda per capita da região Sudeste (a mais rica), enquanto que as regiões Nordeste e Norte (mais pobres), não tendem a apresentar mudanças significativas na dinâmica de suas rendas per capita, permanecendo inferior às demais regiões.

Calcula-se na Tabela 6 a taxa de crescimento para todos os indicadores da PINTEC, inclusive para o PIB. Apesar da amostragem da PINTEC ser probabilística, há uma dinâmica de crescimento da amostra que precisa ser comentada, já que externaliza o esforço do IBGE em expandir a cobertura da pesquisa ao longo de todas as edições da PINTEC, na tentativa de aumentar a fração amostral para o subconjunto de empresas inovadoras. Além disso, comenta-se a possibilidade de recomposição da amostra em função tanto da falência de empresas como entrada de novas empresas.

Tabela 6. Taxa de Crescimento Geométrica (1998-2014)

Regiões	Amostra	Pós-graduação	Produto	Processo	PIB
Norte	4,82%	6,89%	7,17%	-3,34%	4,57%
Nordeste	5,50%	7,40%	0,71%	2,02%	3,79%
Sudeste	11,49%	11,29%	12,91%	12,58%	2,94%
Sul	4,17%	7,34%	4,73%	4,25%	3,16%
Centro-Oeste	5,65%	6,04%	6,96%	2,39%	3,71%
Brasil	7,53%	9,97%	8,32%	7,24%	3,24%

Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao número de capital humano com pós-graduação, que potencializa as melhorias na qualidade dos produtos e processos, estes crescem ao longo das seis edições da PINTEC, especialmente nas



regiões Sudeste, Nordeste e Sul. As inovações em produtos novos para o mercado cresceram em todas as regiões, com destaque para o Sudeste e o Norte. As inovações de processos novos para o mercado não tem se elevado persistentemente em todas as regiões de forma incremental em todas as edições da PINTEC. As indústrias da região Norte reduziram o número de inovações de processos novos para o mercado. Com relação ao PIB, todas as regiões obtiveram taxas reais de crescimento positivas.

Na análise exploratória dos dados, o foco foi direcionado para as regiões brasileiras, de modo a evidenciar as disparidades regionais em capital humano qualificado, intensidade em inovação e geração da riqueza. Na análise de correlacionamento a atenção será para o Brasil, como forma de averiguar como as variáveis se relacionam. Essa mudança se deve a necessidade de garantir uma amostra representativa e mais robusta. Portanto, os dados das regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste foram empilhados em uma única cross-section. A amostra final do estudo ficou composta por 30 observações para cada variável.

Para verificar o relacionamento entre as variáveis de capital humano (número de pós-graduados), de Inovação (produto e processo novo para o mercado nacional) e o PIB, calculou-se na Tabela 7 a correlação, como forma de medir o grau de associação linear entre as variáveis.

O teste de correlacionamento foi superior a 2,05 para todas as variáveis correlacionadas. Assim, a Hipótese Nula ( $H_0$ ) fora rejeita e há o aceite da correlação entre as variáveis: número de pós-graduados e número de inovações de produtos novos para o mercado nacional; número de pós-graduados e número de inovações de processos novos para o mercado nacional; número de pós-graduados e o PIB real; número de inovações de produtos novos para o mercado nacional e PIB; número de inovações de processos novos para o mercado nacional e PIB.

Tabela 7. Correlação Linear Simples entre número de pós-graduados e tipo de Inovação, por região (1998-2014)

Variáveis Correlacionadas	Número de elemento (n) referente as 6 observações para cada região	Grau de confiança $\alpha$ (= 0,05)	Correlação (r)	Teste de Correlacionamento	Valor da estatística tabelada
Pós-Graduados x Inov. de Produto	30	95%	0,93	14,60	2,05
Pós-Graduados x Inov. de Processo	30	95%	0,93	14,31	2,05
Pós-Graduados x PIB	30	95%	0,95	17,53	2,05
Inov. de Produto x PIB	30	95%	0,88	10,20	2,05
Inov. de Processo x PIB	30	95%	0,88	9,90	2,05

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a Tabela 7, foi identificada uma correlação muito forte ( $r > 0,9$ ) entre a variável de capital humano número de pós-graduados e intensidade em inovações (produtos e processos novos para o mercado). Do mesmo modo ocorreu com relação a variável de capital humano número de pós-graduados e PIB real. Em outros termos, significa que há uma associação significativa entre o aumento de pós-graduados e inovações em produtos e processos, e o PIB real. Constatou-se também uma correlação forte ( $0,7 < r < 0,9$ ) entre a variáveis de intensidade em inovações (número de produtos e processos novos para o mercado) e o PIB real, o que sugere concluir que a variação positiva da intensidade da inovação (produto e processo novos) está associada significativamente com a variação positiva do PIB real.

## 5 CONCLUSÕES

Em síntese, é possível identificar a presença de um sistema de simultaneidade entre capital humano, P&D, inovações e crescimento econômico. O capital humano é o insumo fundamental da P&D, e a P&D é a condição *sine qua non* para a geração e a intensidade de inovações, e as inovações catalisam e dinamizam o processo de crescimento econômico. Observou-se que, entre 1998 e 2014, as empresas em todas as regiões brasileiras apresentaram crescimento no número de pessoas com pós-graduação ocupados nas atividades de P&D, no número de inovações de produto e processos novos para o mercado nacional, bem como crescimento do PIB real.

A partir dos cálculos de correlação e testes de correlacionamento compilados em uma única cross-section, foi possível evidenciar que quanto maior o estoque de capital humano, dado pelo número de pós-graduados ocupados nas atividades de P&D nas empresas, maiores são os números de inovações em produtos e processos, e maior o valor do PIB real. É de esperar que essa relação seja significativa porque quando se consideram as inovações de maior complexidade, estas estão associadas diretamente com a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental, oportunizado, essencialmente pela P&D.

Além disso, os achados desse estudo SÃO amparados pela vasta literatura que já identificou o papel do capital humano no processo de inovação, e como esses dois últimos afetam o crescimento econômico. Com efeito, os resultados apontam para a necessidade urgente em elevar ainda mais o estoque de capital humano com pós-graduação nas empresas e em todas as regiões, com vistas a fomentar as atividades de P&D que tem efeito direto sobre a intensidade e a geração de inovações, fundamentais para dinamizar e desenvolver o sistema econômico.

Contudo, as evidências não são definitivas, o que suscita estudos adicionais para investigar as razões dos resultados tanto em nível regional como nacional, inclusive buscando relativizar os resultados da PINTEC pela dinâmica da amostra, o que poderá alterar substancialmente os resultados. Abordagens metodológicas adicionais, com utilização de inferência estatística em painel, bem como indicadores de inovação de outros países, podem representar uma contribuição significativa para futuros trabalhos.

## AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Apoio à Pesquisa e a Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC).

## REFERÊNCIAS

AGHION, P.; HOWITT, P. A model of growth through creative destruction. **Econometrica**, v. 60, n. 2, 1992.

ALMEIDA, A. T. C; FILHO, P. F. M. B. C. Gastos em inovação na indústria brasileira e os efeitos sobre o market share regional. **Revista Economia & Tecnologia (RET)**, Vol. 9(3), 2013.

ARROW, K. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. **National Bureau of Economic Research**, 1962.

BARRO, R. J.; LEE, J. W. International Data on Educational Attainment: Updates and Implications. **Oxford Economic**, 2001.

BORGES, M. N. As fundações estaduais de amparo à pesquisa e o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação no Brasil. **Revista USP**. São Paulo, n.89, março/maio, 2011.

BORNSCHEIN, C. F. **Determinantes dos Pedidos Estrangeiros de Patentes dos Países do G7 nos BRICS**. Monografia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BRESSER-PEREIRA, L. C. **Crescimento e desenvolvimento econômico**. Fundação Getúlio Vargas, 2008.

- COHEN, D.; SOTO, M. Growth and human capital: good data, good results. **Journal of economic growth**, v. 12, n. 1, 2007.
- COLLINS, S. M. Lessons from Korean economic growth. **The American Economic Review**, v. 80, n. 2, 1990.
- DAVIDOVICH, L. De olho no futuro: a 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. In: Ciência, Tecnologia e Inovação. **Revista USP**. São Paulo, n.89, março/maio, 2011.
- DIAMOND, P. A. National Debit in a Neoclassical Growth Model. **The American Economic Review**, vol.55, 5, 1965.
- DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. L. **Technical change and Economic theory**. Pinter Publishers, London and New York. 1988.
- DOMAR, E. D. Capital expansion, Rate of Growth, and Employment. **The Economic Journal**. vol.14, nº 2, 1946.
- FREEMAN, C. **Technology and Economic Performance: Lessons from Japan**. Pinter Publishers. London and New York. 1987.
- GAMA, F.; BASTOS, S. Q. A.; CARDOSO, G. S. **Capital humano e geração de inovação: Uma análise para países em diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico (2000/2012)**. 44º Encontro Nacional de Economia da Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia (ANPEC), 2016.
- GONÇALVES, E.; RIBEIRO, D. R. S.; FREGUGLIA, R. S. Skilled labor mobility and innovation: a study of brazilian microregions. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 46, n. 2, 2016
- GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: a survey. **National Bureau of Economic Research**, 1990.
- HARROD, R. F. An Essay in Dynamic Theory. **The Economic Journal**, vol. 49, nº 193, 1939.
- HECKER, Daniel E. High-technology employment: a NAICS-based update. **Bureau of Labor Statistics**, 2005.
- JACOSKI, C. A.; DALLACORTE, C.; BIEGER, B. N.; DEIMLING, M. F. Análise do desempenho da inovação regional: um estudo de caso na indústria. **Revista de Administração e Inovação**, v. 11, n. 2, 2014.
- JAFFE, A. B. Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms' patents, profits and market value. **National bureau of economic research**, 1986.
- \_\_\_\_\_. Real effects of academic research. **The American Economic Review**, 1989.
- JONES, C. **Introdução à Teoria do Crescimento Econômico**. Editora Campus, 192 p., 2000.
- JUNIOR, S. K.; PORTO, G. S.; PAZELLO, E. T. Inovação na indústria brasileira: uma análise exploratória a partir da PINTEC. **Revista Brasileira de Inovação**, Vol. 3, n. 1, 2004.
- KANNEBLEY JÚNIOR, S.; SHIMADA, E.; DE NEGRI, F. Efetividade da lei do bem no estímulo aos dispêndios em P&D: uma análise com dados em painel. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 46, n. 3, 2016.
- LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of monetary economics**, 1988.
- LUNDEVALL, B. A. National innovation systems – analytical concept and development tool. **Industry and innovation**, v. 14, n. 1, 2007.

- MACIEL, P. J.; ANDRADE, J.; TELES, V. K. Convergência regional brasileira revisitada. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. V. 38, n. 1, 2008.
- MANKIW, G.; ROMER, D.; WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, v. 107, n. 429, 1992.
- MARINHO, E.; SILVA, A. B. Capital humano, progresso técnico, difusão tecnológica e crescimento econômico para uma amostra ampla de países. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 39, n. 2, 2009.
- MONTENEGRO, R. L. G.; BETARELLI JUNIOR, A. A. Análise e investigação dos fatores determinantes da inovação nos municípios de São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 2, 2008.
- OLIVEIRA, L. L. S.; CONCEIÇÃO, C. S. **Uma Análise dos Resultados da Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2011 para o Rio Grande do Sul**. Fundação de Economia e Estatística (FEE), 2014.
- OCDE. **Manual de Frascati**: Medição de atividades científicas e tecnológicas. Tipo de metodologia proposta para levantamentos sobre pesquisa e desenvolvimento experimental, 2002.
- QUEIRÓS, A. S. S. Crescimento econômico, capital humano e especialização produtiva: uma análise empírica. 2014. Dissertação. Faculdade de Economia da Universidade do Porto, 2014.
- ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. **The journal of political economy**, 1986
- \_\_\_\_\_. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, 1990.
- SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**: Uma Investigação Sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, Feb. 1956.
- TEIXEIRA, A. A. C. Excesso de Incentivos à Inovação na Presença de Consumidores Sofisticados. Um Modelo de Progresso Tecnológico Endógeno com Capital Humano. **Estudos Econômicos**, v. 37, n. 3, 2007.
- TIRONI, L. F. Política de Inovação Tecnológica: escolhas e propostas baseadas na PINTEC. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 46-53, jan./mar. 2005.