

# PROPOSIÇÃO DE INDICADORES SUBNACIONAIS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: UMA APLICAÇÃO AOS ESTADOS BRASILEIROS

Dayanne Santos Silva<sup>1</sup>  
Heliana Mary da Silva Quintino<sup>2</sup>  
José Ricardo de Santana<sup>3</sup>

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo propor índices subnacionais de C,T&I, fazendo uma aplicação aos estados brasileiros. O estudo está baseado em variáveis relevantes indicadas pela literatura. A partir dessas variáveis, utilizou-se uma metodologia de cálculo inspirada no IDH. O estudo avança em relação aos demais, em função da adaptação metodológica e das variáveis utilizadas, propondo a construção a partir de bases disponíveis, de forma a não haver descontinuidades nas séries. Os resultados confirmam que há disparidades entre os entes federados, com alto grau de concentração nos estados do Sudeste, principalmente São Paulo. Isso confirma a existência de desigualdades estaduais e regionais. Estados do Norte e Nordeste estão, em sua maioria, na pior classificação, demonstrando uma certa fragilidade dos sistemas locais de inovação brasileiros.

**Palavras-chave:** Indicadores; Ciência, Tecnologia e Inovação; Estados.

## PROPOSITION OF SUBNATIONAL INDICATORS OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION: AN APPLICATION TO THE BRAZILIAN STATES

## ABSTRACT

The present work aims to propose subnational C, T & I indices, with an application to the Brazilian states. The study is based on relevant variables indicated by the literature. From these variables, a calculation methodology similar to that used in the HDI was used. The study offers an approach to the alternatives of installation, from an installation of the options used, from a construction from available bases, from a series of configurations. The results confirm that there are disparities between the Brazilian states, with great intensity in the states of the Southeast, especially in São Paulo. This confirms the existence of state and regional inequalities. Northern and Northeastern states are, for the most part, in the worst classification, showing a fragility of Brazilian local innovation energies.

**Keywords:** Indicators; Science, Technology and Innovation; States.

**JEL:** O18; O39.

---

<sup>1</sup> Graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Sergipe. Mestranda em Economia, no Programa Acadêmico de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: [s.s.dayanne@gmail.com](mailto:s.s.dayanne@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestrado em Economia Rural. Professora Adjunta do Departamento de Economia da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: [iana\\_quintino@yahoo.com.br](mailto:iana_quintino@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Doutorado em Economia de Empresas. Diretor de Cooperação Institucional do CNPQ e Professor Adjunto do Departamento de Economia e do Programa Acadêmico de Pós-Graduação em Economia (NUPEC) da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: [santana\\_joserickardo@yahoo.com.br](mailto:santana_joserickardo@yahoo.com.br)



## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento tem sido considerado como fator de grande relevância para o desenvolvimento das nações. Cada vez mais, uma sociedade moderna requer ampliação e aprofundamento dos inúmeros saberes, com presença cada vez mais ativa do desenvolvimento tecnológico e da inovação. Tais fatores, hoje indissociáveis, devem ser tidos como prioridade dos governos centrais, vislumbrando metas exitosas de progresso sistêmico, continuado e sustentável.

A inovação é um processo cíclico, com características relacionadas à criação de novos produtos, processos, melhorias de produtos existentes, resultante dos avanços tecnológicos e científicos, podendo ser definida a partir da exploração bem-sucedida de novas ideias (REIGADO, 1997). Segundo o autor, a investigação pioneira de Schumpeter sobre inovação motivou investigadores, governantes, empresas e universidades à busca de compreender a relação Investigação – Invenção – Inovação – Desenvolvimento.

Nesse sentido, na concepção de Schumpeter, a economia se desenvolve quando ocorrem as mudanças espontâneas, descontínuas, oriundas de si mesma e que rompem para sempre o Estado de equilíbrio inicial. O processo de desenvolvimento econômico ocorre através das inovações, frutos de novas combinações de matérias-primas e das forças.

Assim, segundo o MCT (2006), a construção e consolidação de um modelo de desenvolvimento soberano e sustentável, que atenda as demandas sociais e tenha compromisso com as gerações, está ligado aos instrumentos da Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I), através das ações de cientistas, pesquisadores, universidades e empresas empreendedoras. Nessa linha, os Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) se impõem para o progresso de uma nação e constituem um aspecto-chave para o seu tamanho econômico.

Na perspectiva da relação entre países, em busca do desenvolvimento, merece destaque a abordagem de Furtado (1967), que interpreta o subdesenvolvimento como sendo o resultado do baixo avanço técnico de alguns países. Estes, segundo a abordagem cepalina da Teoria da Dependência, estabelecem relações assimétricas com os países centrais, industrializados e detentores de altos padrões tecnológicos. Nesse caso, a dependência dos primeiros

para com os segundos, se dá em três níveis: comercial, de onde provém a deterioração dos termos de troca; tecnológica e científica; e financeira.

Aplicando essa lógica para um contexto do espaço geográfico nacional, Santos (2014) defende que não há possibilidade de desassociar os elementos regionais de C,T&I e o SNI. Devido a isso, é preciso analisar o SNI sob a perspectiva regional, para mensurar seus impactos e entender como ambos são afetados entre si. Para o autor, a presença ou ausência das desigualdades regionais afeta o desenvolvimento nacional. Assim, “[...] a descontinuidade espacial do desenvolvimento econômico em economias subdesenvolvidas é um reflexo da descontinuidade espacial do seu sistema nacional de inovação” (SANTOS, 2014, p. 154). Se as regiões não possuem homogeneidade na distribuição dos investimentos de C,T&I, o desenvolvimento econômico do país como um todo é afetado.

Diante do exposto, o presente trabalho busca avaliar o atual nível dos Sistemas de Inovação dos estados brasileiros por meio da medida sintética do indicador de ciência, tecnologia e inovação e suas assimetrias estaduais. Supõe-se como hipótese a existência de forte disparidade espacial no Brasil, principalmente naqueles estados mais pobres. Para responder ao problema proposto, o trabalho objetiva construir um sistema de Índices Estaduais de Ciência, Tecnologia e Inovação para o território brasileiro e, com base nos seus resultados, mapear as disparidades espaciais possivelmente existentes entre as distintas regiões.

A despeito da importância desse debate, os indicadores subnacionais de C,T&I têm sido pouco explorados na literatura existente. Vale ressaltar que o uso dos referidos indicadores permite, por um lado conhecer e acompanhar a situação de cada Estado em termos das ações de C,T&I. Por outro lado, os indicadores subnacionais podem auxiliar na elaboração de políticas públicas, direcionando-as para resolver os problemas e atuar nas principais limitações estaduais.

Do ponto de vista da perspectiva dos indicadores para área de C,T&I, mensurar esse campo é de grande relevância econômica, sobretudo tendo em vista que, ao exercer influência sobre desenvolvimento dos países e regiões, afetam a vida da população como um todo. Dessa forma, as medidas desses indicadores além de avaliar a eficácia de programas e políticas de C,T&I, servem para mostrar as deficiências na área (VIOTTI, 2003).

O trabalho é composto, além dessa introdução, por três seções, além da conclusão. Na primeira seção é apresentada a revisão teórica e empírica deste trabalho. A segunda seção trata da metodologia utilizada para calcular o índice de C,T&I. a terceira seção é dedicada a apresentação e análise do índice de C,T&I. Uma seção final traz as principais conclusões.

## **2 O DEBATE SOBRE DESENVOLVIMENTO E INDICADORES SUBNACIONAIS DE C,T&I**

A presente seção aborda inicialmente o debate sobre desenvolvimento econômico, com foco no papel dos Sistema Locais de Inovação. Em seguida, traz a discussão sobre indicadores subnacionais, a partir das contribuições de alguns trabalhos que tratam do caso brasileiro.

### **2.1 Debate sobre o desenvolvimento e a importância dos Sistemas Locais de Inovação**

Cassiolato e Lastres (2005), afirmam que, os estudos sobre desenvolvimento permitiram que a inovação se estabelecesse como estratégia fundamental de desenvolvimento e as políticas públicas passassem a serem direcionadas aos sistemas de inovação. O sistema de inovação é resultado da interação de instituições com si mesmas e com autores que buscam o desenvolvimento da inovação, a partir do aprendizado, da difusão e uso do conhecimento. Porém a interação não é a única determinante do sistema, mas também o desempenho dos agentes. Assim sendo, a inovação é um processo sistêmico e interativo, que depende das mais diversas relações.

No caso brasileiro, segundo Dias (2009), é só em meados de 1950 que a Política Científica e Tecnológica (PCT) é institucionalizada. São criados instrumentos sólidos e passa a haver atuação do Estado. Através disso criam-se mecanismos de apoio as atividades científicas e tecnológicas, através do planejamento, da elaboração de projetos, da alocação de recursos e no desenho do marco regulatório. Esse período representa um marco na história do país, com a modernização industrial ocorrendo como nunca visto antes e a transformação da estrutura produtiva mostrando-se evidente. A base para industrialização pesada se faz presente através da proteção à indústria nascente, dos investimentos e ainda na

criação de empresas públicas industriais. A criação, em 1951, do CNPq e da CAPES representa um dos marcos mais importante na consolidação do aparato para C&T.

Atualmente, o conjunto de leis em vigor no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCT&I), regido pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), possibilitam o apoio à pesquisa científica e o estímulo à inovação por empresas. Dentre elas, destacam-se: (i) A Lei da Inovação, que busca construir ambientes propícios a interação entre as ICTs, empresas e governo, com o objetivo de gerenciar as políticas de inovação, sendo o principal canal de comunicação entre setor público e privado; (ii) A Lei do Bem, criada para fornecer as empresas incentivo fiscal no estímulo à inovação; (iii) O Marco Legal da C,T&I, regulamentado em 2018, que objetiva reduzir a burocracia e dar maior flexibilidade ao sistema (RAUEN, 2016).

Segundo Casali *et al.* (2010), os níveis de desenvolvimento tecnológico e econômico de cada região estão relacionados aos sistemas regionais de inovação, que surgem do conceito de SNI, com adaptações devido a diferenciação de cultura, políticas e economia. Assim, cada região desenvolve seu próprio sistema de inovação.

Segundo Cavalcante (2011), a relevância da C,T&I não tem repercussão para o desenvolvimento regional da mesma maneira que possui importância no âmbito nacional. Porém, faz-se necessária essa expansão devido ao fato de as políticas de incentivo fiscais serem limitadas e os indicadores de C,T&I apontarem que há desigualdades na área, com concentração das atividades no Sudeste e Sul e com mecanismos precários de transmissão entre ciência e tecnologia. Consoante com o autor, as atividades de base científica apresentam lenta convergência entre as regiões e as atividades de base tecnológicas apresentam divergência.

Para Menezes *et al.* (2014), as limitações do Brasil são: 1º) os incentivos para as empresas que inovam estão concentrados em um pequeno número de grandes empresas, não havendo um controle efetivo para saber seus efeitos; 2º) falta interação entre público e privado, com gastos centrados no ensino e na produção científica, deixando em segundo plano a produção e comercialização das inovações, sem avaliação do sucesso comercial das pesquisas; 3º) falta capital humano, uma vez que o ensino básico deixa a desejar e o ensino superior não forma cientistas

suficientes – os formados nas áreas estratégicas são minoria e ainda se limitam as atividades acadêmicas, sem inserção junto ao setor privado.

Quanto ao Sistema de Inovação, entre as regiões brasileiras é preciso consolidar e expandir as estruturas do Norte, Nordeste e Centro-Oeste, através da criação de Sistemas Estaduais voltados ao desenvolvimento científico e tecnológico, como descrito por Andrade e Macedo (2012). Ainda para os autores, é preciso também ampliar os recursos federais, pois apesar de haver ao longo dos anos uma desconcentração, ainda persiste a concentração no Sudeste. O desenvolvimento e integração nacional devem ocorrer entre as regiões, mas também entre os municípios, onde as políticas públicas devem ter capacidade de superar as desigualdades (ANDRADE; MACEDO, 2012).

## **2.2 Debate sobre os indicadores subnacionais de CT&I**

Para Jannuzzi (2005, p. 138) “Indicadores sociais são medidas usadas para permitir a operacionalização de um conceito abstrato ou de uma demanda de interesse programático”. Os indicadores estão sendo utilizados com maior frequência devido a facilidade de acesso as informações e a fiscalização que eles permitem nas políticas públicas. Desta forma, possuem função de: i) auxiliar no planejamento público, através da formulação das políticas; e ii) aprofundar os estudos sobre a sociedade como um todo (JANNUZZI, 2005).

Os indicadores são classificados de diversas formas: em simples e complexos, segundo área temática, ou considerando aspectos objetivos e subjetivos. Desta forma, os indicadores são analisados sobre as perspectivas de: i) indicador-insumo, utilizados para mensurar os recursos alocados; ii) indicador-processo, utilizados para medir o andamento; iii) indicador-resultado, medida de resultados e avaliação de programas; e iv) indicador-impacto, mensuram os efeitos do programa (JANNUZZI, 2005).

Na área de C,T&I, alguns indicadores possuem maior relevância e são a base para a construção de índice sintético. Para Hollanda (2003), os indicadores de dispêndio são obrigatórios na formulação de políticas e programas, por representarem os esforços em C&T e serem internacionalmente reconhecidos, já

que a maioria dos países segue as recomendações do Manual de Frascati<sup>4</sup> – pioneiro no tocante a mensuração de dispêndios em P&D. A mensuração das atividades de C&T toma como orientação o Manual para Estatísticas das Atividades Científicas e Tecnológicas da UNESCO. Os indicadores de dispêndio fazem parte dos indicadores insumo e determinam os indicadores de resultados.

Para indicadores de produção científica, os estudos bibliométricos são utilizados, através do levantamento da produção por base de dados. No Brasil, as principais bases são: Institute for Scientific Information (ISI), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e a base de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq. Os indicadores de produção científica podem ser utilizados para medir o desempenho das atividades, por área de conhecimento ou por instituições. Também podem ser utilizados para mensurar os impactos e a colaboração de um país com relação ao outro (LETA; CRUZ, 2003).

Já a formação de recursos humanos no Brasil pode ser mensurada através da análise das informações dos cursos de pós-graduação, através da base de dados da CAPES (SANDOVAL; LOURENÇO, 2003).

Com base na revisão empírica sobre o tema do presente trabalho, é possível citar estudos que reuniram esforços para construir indicadores subnacionais, cujas principais dimensões estão resumidas no Quadro 1, abaixo:

Quadro 1 – Variáveis utilizadas em indicadores propostos na literatura empírica

<b>Autor</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Rocha e Ferreira (2004)</b>	Prioridade governamental à área de Ciência e Tecnologia	- Gasto <i>per capita</i> em C&T
		- Percentual de Gasto em C&T
	Produção científica e tecnológica	- Artigos indexados ISI
		- Patentes
	Base educacional e disponibilidade de RH qualificados	- Taxa de escolaridade de jovens de 15 a 17 anos
		- Pesquisadores por milhão de habitantes
		- Pessoal de nível superior por empresa
Amplitude e difusão da inovação no âmbito das empresas Estaduais	- Participação das empresas inovadoras no total de empresas	
	- Número de incubadoras de empresas do Estado sobre total do país	
	- Exportação de produtos intensivos em tecnologia	
<b>Santos (2011)</b>	Dispêndio em atividades de C, T & I	- Percentual do investimento <i>per capita</i> do CNPq em bolsas e fomento e da Capes
		- Percentual de liberação pelos Fundos

<sup>4</sup> Manual que contém orientações acerca de metodologias para levantamentos sobre Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

		Setoriais
		- Percentual dos gastos estaduais com P&D em relação ao PIB
		- Percentual de gasto com P&D de empresas inovadoras em relação à receita líquida de venda
	Nível de produção científica e tecnológica do Estado	- Patentes por milhões de habitantes - Artigos completos publicados CNPq - Software e produtos tecnológicos sem registro e/ou patente por milhão de habitante
	A qualidade dos recursos humanos ocupados	- Ocupações tecnológicas por 10000 ocupações - Pesquisadores por Estado
	Inovações empresariais	- Percentual das empresas inovadoras - Número de incubadoras de empresas - Interação empresa-universidade
<b>Collet (2012)</b>	Gastos com Ciência e Tecnologia e Pesquisa e Desenvolvimento	- Gastos <i>per capita</i> dos governos estaduais em C&T - Gastos <i>per capita</i> executados dos governos estaduais em P&D
	Produção Científica	- Número de artigo por pesquisador doutor - Doutores <i>per capita</i>
	Base educacional e disponibilidade de RH qualificados	- Mestres <i>per capita</i> - Média dos anos de estudo da população em idade ativa - PIA
	Difusão do conhecimento	- Taxa de Inovação - Grupos de Pesquisa - Interação empresa-universidade
<b>Pinto (2014)</b>	Prioridade Governamental à Ciência e Tecnologia	- Gasto <i>per capita</i> governamental em C&T - Gasto com C&T sobre as receitas totais
	Produção Científica e Tecnológica	- Artigos indexados pelo ISI - Patentes
	Desenvolvimento de habilidades humanas	- Pesquisadores <i>per capita</i>
		- PEA com 15 ou mais anos de estudo
		- Número de doutores <i>per capita</i>
	Capacitação das empresas	- Pessoal de nível superior empregado <i>per capita</i>
- Bolsas de pós-graduação <i>per capita</i>		
Infraestrutura tecnológica	- Exportação de bens de capital dividido pelo total de exportações	
	- Importação de bens de capital dividido pelo total de importações	
	- Penetração de telefone - Penetração de internet - Consumo de energia elétrica	
<b>Santos (2014)</b>	-	- Artigos indexados ISI - Patentes - Número de docentes da Pós-Graduação

Fonte: Elaboração própria

No texto de Rocha e Ferreira (2004), o objetivo é construir um Índice de Ciência, Tecnologia e Inovação para caracterizar e classificar os sistemas de inovação existentes nos Estados das regiões Sudeste e Sul. A referência para metodologia é o Índice de Realizações Tecnológicas (TAI), elaborado pelo PNUD. O índice é construído através da distribuição dos indicadores de C,T&I em quatro dimensões.

Para Santos (2011), o objetivo foi construir um indicador-resumo estadual de C,T&I denominado Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação (IEC,T&I), com intuito de facilitar o olhar e a análise dos gestores estaduais. O índice é calculado com base na metodologia do PNUD e construído através da distribuição dos indicadores de C,T&I em quatro dimensões.

Collet (2012) construiu um Índice de C,T&I para os estados brasileiros com objetivo de verificar se há desigualdades regionais nessa área, e comparar com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), PIB *per capita* e Índice de Gini. A metodologia utilizada para construção do índice tem como base a fórmula da medição do IDH, estabelecida pelo PNUD. O índice é construído através da distribuição dos indicadores de C,T&I em quatro dimensões.

Pinto (2014) calculou um Índice de Capacitação Tecnológica – ICT estadual, no intuito de verificar as configurações das capacitações tecnológicas dos Estados da região Nordeste no ano de 2010, e fazer uma análise da influência de cada dimensão nas referidas capacitações nordestinas. Foi utilizada a metodologia de cálculo do TAI/PNUD. Os indicadores de C,T&I são distribuídos em cinco dimensões.

Santos (2014), discutiu o caráter espacial do SNI brasileiro e sua dinâmica na década de 2000. Verificou que nos países subdesenvolvidos considerados há uma maior concentração dos entes do SNI, a qual é condizente com a sua maior concentração espacial da renda. Além disso, verificou uma desconcentração dos ativos de ciência, tecnologia e inovação ao longo do território nacional acompanhada de um processo de desconcentração regional da renda ocorrido ao longo do período. Concluiu que a consolidação do SNI passa por uma melhor distribuição territorial de seus entes possibilitando uma maior escala para as atividades científicas e tecnológica no país o que, por sua vez, também possibilitaria o processo de *catch up*. Recorreu a metodologia de análise explanatória, além de análise discriminante de dados.

### **3 PROPOSIÇÃO DE INDICADORES SUBNACIONAIS DE C,T&I**

Esta seção apresenta inicialmente as variáveis propostas para a composição dos indicadores subnacionais de C,T&I. Em seguida, aborda os procedimentos

utilizados para o cálculo dos indicadores. Ao final, discute a base de dados do trabalho.

### **3.1 Composição dos Indicadores**

A metodologia adotada na construção do índice sintético de C,T&I segue duas etapas: Na primeira, definiram-se as dimensões cujos os valores subsidiaram o cálculo final do índice sintético. Cada dimensão é analisada para cada estado da federação brasileira através de indicadores, que são informações estatísticas relevantes na explicação e dimensionamento das referidas dimensões. Desta forma, cada estado terá a) indicadores parciais por estatísticas ( $I_{ij}$ ), b) indicadores ponderados por dimensão ( $I_i$ ), e c) índice sintético geral ponderado de C,T&I ( $I_G$ ).

Do ponto de vista geográfico, o estudo teve como referência os 27 estados da federação brasileira, utilizando amostras de séries anuais, com intervalos trienais para os períodos de 2008, 2011 e 2014. Para a definição dos intervalos trienais, tomou-se como referência a base estatística de dados da PINTEC/IBGE.

As dimensões utilizadas pelos autores citados na revisão empírica possuem variações na nomenclatura, porém têm a mesma origem. São dimensões de gastos, produção, recursos humanos e conhecimento. No quadro 2 estão apresentadas as quatro dimensões e os seis indicadores que compõem o índice de C,T&I proposto neste trabalho, com as respectivas referências de autoria. Os indicadores escolhidos tiveram como critério a representação da dimensão e a continuidade das bases de dados. Outros indicadores utilizados por autores, apesar de representarem a dimensão, tiveram suas bases de dados descontinuadas ou periodicidade distinta da definida nesse trabalho.

Quadro 2 – Variáveis utilizadas na construção dos indicadores propostos (dimensões)

Dimensões	Indicadores	Autores
Gastos com C&T e P&D	Gastos <i>per capita</i> dos governos estaduais em C&T	Rocha e Ferreira (2004); Collet (2012).
	Gastos <i>per capita</i> dos governos estaduais em P&D	Collet (2012).
Produção científica e Tecnológica	Número de artigos indexados no ISI	Rocha e Ferreira (2004); Pinto (2014); Santos (2014).
	Patentes	Rocha e Ferreira (2004); Santos (2011); Pinto (2014); Santos (2014).
Disponibilidade de recursos humanos qualificados	N.º docentes Pós-Graduação	Santos (2014).
Difusão do conhecimento	Taxa de Inovação	Rocha e Ferreira (2004); Santos (2011); Collet (2012).

Fonte: Elaboração própria

Para adaptação ao objeto do presente estudo, as dimensões e indicadores, apresentados no Quadro 2, sofreram alterações em suas respectivas metodologias de cálculo, recorrendo-se, nessa pesquisa, ao conceito de média geométrica, o que pode suscitar mudanças em futuros trabalhos. Na presente investigação a proposta foi manter pesos semelhantes no tratamento matemático, tanto para indicadores parciais, quanto para os indicadores das dimensões (ver Quadro 3), no cômputo final do índice sintético geral ponderado de C,T&I ( $I_G$ ). Foram mantidos os mesmos pesos para as quatro dimensões.

Quadro 3 – Dimensões e indicadores parciais propostos

Tipo de Indicador	Dimensões/Indicadores	Distribuição dos pesos	
		Pesos de $I_{ij}$ no $I_i$	Pesos de $I_i$ no $I_G$
Insumo	<b>1. Gastos com C&amp;T e P&amp;D (<math>I_1</math>)</b>		0,25
	- Gastos <i>per capita</i> dos governos estaduais em C&T ( $I_{1,1}$ )	0,5	
	- Gastos <i>per capita</i> dos governos estaduais em P&D ( $I_{1,2}$ )	0,5	
Resultado	<b>2. Produção científica e tecnológica* (<math>I_2</math>)</b>		0,25
	- Número de artigos indexados no ISI por milhão de habitantes ( $I_{2,1}$ )	0,5	
	- Patentes por milhão de habitantes ( $I_{2,2}$ )	0,5	
Processo	<b>3. Disponibilidade de recursos humanos qualificados* (<math>I_3</math>)</b>		0,25
	- N.º docentes Pós-Graduação por milhão de habitantes ( $I_{3,1}$ )	1	
Impacto	<b>4. Difusão do conhecimento (<math>I_4</math>)</b>		0,25
	- Taxa de Inovação ( $I_{4,1}$ )	1	

Fonte de dados: Elaboração própria

Nota: \* Nas dimensões de 2 e 3, as variáveis por milhão de habitante colocam as medidas em termos relativos, como ocorre na dimensão Insumo.

Como é possível ser visto no Quadro 3, o sistema de indicadores utilizados no presente estudo contempla todas as divisões conforme a classificação de indicadores de Jannuzzi (2005), sob a perspectiva de: i) indicador-insumo; ii) indicador-processo; iii) indicador-resultado; e iv) indicador-impacto.

### **3.2 Procedimento para cálculo dos indicadores**

#### **3.2.1 Indicadores Parciais ( $I_{ij}$ )**

Cada indicador parcial ( $I_{ij}$ ) considera um valor bruto por estado ( $x_i$ ), obtido conforme Quadro (3), em cada período analisado (2008, 2011 e 2014).

Desta forma, utilizou-se a expressão (1) para a padronização de  $x_i$  entre os escores 0 e 1, aplicando o mesmo princípio de medida relativa de posição da base metodológica proposta pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) para a construção do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

O IDH é um dado estatístico criado pelo PNUD para avaliar o desenvolvimento de uma região através da contraposição de dados econômicos e sociais. Atualmente, o cálculo do IDH é efetuado através de uma ponderação média de três aspectos principais: renda, educação e saúde, considerando o mesmo peso para cada uma dessas dimensões dado a mesma importância para o desenvolvimento. O indicador varia de 0 a 1, de modo que, quanto mais próximo de um o indicador estiver, tanto maior será o desenvolvimento humano da região analisada.

Na dimensão “saúde” está contida a expectativa de vida. Na dimensão “educação”, é considerado o índice de alfabetização de adultos e o nível de escolaridade da população. A dimensão “renda” considera o padrão de vida dos cidadãos e é medido pelo PIB per capita, e pelo PPC (Paridade do Poder de Compra), que executa os cálculos no sentido de excluir as diferenças entre a valorização das diferentes moedas dos países (PNUD, 2013).

O cálculo do indicador parcial ( $I_{ij}$ ) foi realizado da seguinte forma<sup>5</sup>:

$$I_{ij} = \frac{x_{ij} - \text{mín} x_{ij}}{\text{máxx}_{ij} - \text{mín} x_{ij}} \quad (1)$$

Em que:

$x_i$  = valor por estado, obtido pelo  $j$ -ésimo indicador parcial, da  $i$ -ésima dimensão;

$\text{mín} x_i$  = valor mínimo pré-estabelecido para  $j$ -ésimo indicador parcial, da  $i$ -ésima dimensão;

$\text{máxx}_i$  = valor máximo por estado, obtido pelo  $j$ -ésimo indicador parcial, da  $i$ -ésima dimensão.

$I_{ij}$  = indicador parcial por dimensão:  $0 \leq I_{ij} \leq 1$  é o intervalo que define o escore de variação de  $I_{ij}$ , onde<sup>6</sup>:

(i)  $0,000 \leq I_{ij} \leq 0,499$  (muito baixo);

(ii)  $0,500 \leq I_{ij} \leq 0,599$  (baixo);

(iii)  $0,600 \leq I_{ij} \leq 0,699$  (médio);

(iv)  $0,700 \leq I_{ij} \leq 0,799$  (alto);

(v)  $0,800 \leq I_{ij} \leq 1,000$  (muito alto).

Já a quarta dimensão (Difusão do conhecimento) é calculada através do indicador parcial Taxa de Inovação. Esse indicador é calculado utilizando dados da taxa de inovação da PINTEC, em conjunto com os dados da RAIS, de onde se extrai o número de empregos para setores de serviços e da indústria, por setor segundo a divisão CNAE 2.0 e por UF.

O indicador parcial Taxa de Inovação é calculado seguindo três passos, baseado no procedimento metodológico de Collet (2012):

$$(1^\circ) \quad TI = \frac{\text{total de empresas inovaram}}{\text{total de empresas}} \times 100, \text{ onde } TI = \text{Taxa de Inovação.}$$

$$(2^\circ) \quad E_m = \left[ \frac{E_E}{TE_B} \times \frac{E_E}{TE_E} \right] \times TI$$

<sup>5</sup> Por causa da definição metodológica do cálculo da média geométrica, os valores nulos em um determinado indicador parcial, comprometem o resultado final. Para evitar o problema, este estudo adotou os valores mínimos como sendo dados (zero para todos os indicadores parciais), em referência aos métodos adotados pelo IDH e o IDHM, como forma de não comprometer seus índices finais.

<sup>6</sup> Classificação estabelecida tomando como referência o IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal), que é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. E adequa a metodologia do IDH ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais. Sua classificação se dá da seguinte forma:  $0,000 \leq I_{ij} \leq 0,499$  (muito baixo);  $0,500 \leq I_{ij} \leq 0,599$  (baixo);  $0,600 \leq I_{ij} \leq 0,699$  (médio);  $0,700 \leq I_{ij} \leq 0,799$  (alto);  $0,800 \leq I_{ij} \leq 1,000$  (muito alto). PNUD Brasil (2017).

Onde:  $E_m$  = emprego médio do setor inovador;

$E_E$  = número de empregos do setor inovador no estado;

$TE_B$  = total de empregos do setor inovador no Brasil;

$TE_E$  = total de empregos de todos setores no estado.

(3º)  $TE_m = \sum_{i=1}^n E_m$ , onde:  $TE_m$  = Total de emprego médio do setor inovador para cada estado.

O resultado final da taxa de inovação pode assumir qualquer valor, pois depende das variáveis número de emprego dos setores, total de empregos no estado, no Brasil e da taxa de inovação de cada setor. Para compor o indicador dessa dimensão, foram utilizados os setores a partir de Collet (2012), descritos no quadro 4, e suas estatísticas obtidas na base de dados divulgadas através da versão 2.0 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE/IBGE.

Quadro 4 – Setores CNAE 2.0

Obs	Setor	Obs	Setor
1.	Fabricação de produtos alimentícios	15.	Metalurgia
2.	Fabricação de bebidas	16.	Fabricação de produtos de metal
3.	Fabricação de produtos do fumo	17.	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
4.	Fabricação de produtos têxteis	18.	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
5.	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	19.	Fabricação de máquinas e equipamentos
6.	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	20.	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias
7.	Fabricação de produtos de madeira	21.	Fabricação de outros equipamentos de transporte
8.	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	22.	Fabricação de móveis
9.	Impressão e reprodução de gravações	23.	Fabricação de produtos diversos
10.	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	24.	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
11.	Fabricação de produtos químicos	25.	Telecomunicações
12.	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	26.	Atividades dos serviços de tecnologia da informação
13.	Fabricação de artigos de borracha e plástico	27.	Pesquisa e desenvolvimento
14.	Fabricação de produtos de minerais não metálicos		

Fonte: Elaboração própria

Para essa dimensão, a principal contribuição está no fato de conseguir transformar a taxa de inovação para dados estaduais, relacionando-a ao número de

empregos, conforme detalhado acima. Algumas limitações estão presentes na quarta dimensão, conforme quadro 5:

Quadro 5 – Limitações da quarta dimensão

(i)	Considera os setores mais inovadores de acordo com número de empresas que inovam. Assim, não capta setores com poucas empresas que inovam radicalmente. Essa limitação está relacionada a PINTEC.
(ii)	Verifica a distribuição de empresas por estado. Porém setores que mais empregam não são necessariamente os mais inovadores. Essa limitação tem origem na literatura empírica, a partir da qual se buscou aplicar a metodologia proposta..

Fonte: Elaboração própria

### 3.2.2 Cálculo dos Indicadores das Dimensões e do Índice C,T&I

Com a definição dos valores dos indicadores parciais, obtém-se o índice por dimensão ( $I_i$ ) aplicando-se a média geométrica simples descrita na expressão (2) abaixo.

$$\bar{I}_i = \left( \prod_{j=1}^n I_{ij} \right)^{1/n} \quad (2)$$

Onde:  $\bar{I}_i$  = Índice por dimensão;

$I_{ij}$  = Indicador parcial;

$n$  = (1, 2, ..., n) e-nésima observação de  $I_{ij}$ .

Índice de C,T&I sintetiza as quatro dimensões através da consolidação dos valores de  $I_i$  obtidos por cada estado brasileiro. Desta forma, definiu-se um índice  $I_G$  para a  $i$ -ésima unidade da federação ( $I_{Gi}$ ), através da média geométrica, como em (3)<sup>7</sup>.

$$\bar{I}_G = \left( \prod_{i=1}^n I_i \right)^{1/n} \quad (3)$$

Onde:  $\bar{I}_G$  = Índice de C,T&I;

$I_i$  = Índice por dimensão;

$n$  = (1, 2, ..., n) e-nésima observação de  $I_{ij}$ .

### 3.3 Base de dados

O índice de C,T&I é um índice composto por quatro dimensões (Ver Quadro 2). Cada dimensão é composta por indicadores parciais, aqui num total de seis,

<sup>7</sup> A escolha da média geométrica se deu com base na utilização da mesma no cálculo do IDH, que é um índice consolidado mundial de referência (PNUD, 2010).

selecionados com base em Collet (2012) e de Santos (2014), definidos para os anos de 2008, 2011 e 2014, como mostra o quadro 6 a seguir:

Quadro 6 – Cálculo dos indicadores parciais

(i)	Gastos <i>per capita</i> dos governos estaduais em C&T: calculado utilizando os “dispêndios dos governos estaduais em C&T” do MDIC, dividido pela estimativa do IBGE da população dos Estados brasileiros.
(ii)	Gastos <i>per capita</i> dos governos estaduais em P&D: calculado utilizando os “dispêndios dos governos estaduais em P&D” do MDIC, dividido pela estimativa do IBGE da população dos Estados brasileiros.
(iii)	Número de artigos indexados no ISI <i>per capita</i> : calculado através do número de artigos científicos indexados na base de dados <i>on line Web of Knowledge</i> do <i>Institute for Science Information</i> (ISI), dividido pela estimativa do IBGE da população dos Estados brasileiros. O resultado final é multiplicado por milhão, para a análise ser por milhão de habitantes. Os dados são gerados por artigos publicados de organizações brasileiras. A pesquisa foi feita por país (Brasil) e filtrada por organizações. As organizações foram distribuídas por Estado, artigos com organizações de Estados distintos, foram contabilizados para ambos os Estados. Com isso, a soma total de artigos por Estado será maior que o número total de artigos publicados. Há organizações com informações incompletas ou insatisfatórias, essas não estão contabilizadas no banco de dados.
(iv)	Patentes <i>per capita</i> : calculado através do número de patentes depositadas no INPI, dividido pela estimativa do IBGE da população dos Estados brasileiros. O resultado final é multiplicado por milhão, para a análise ser por milhão de habitantes.
(v)	N.º de docentes de Pós-Graduação <i>per capita</i> : calculado através do número de discentes de Pós-Graduação, por Estado, do portal GEOCAPES, dividido pela estimativa do IBGE da população dos Estados brasileiros. O resultado final é multiplicado por milhão, para a análise ser por milhão de habitantes. Neste caso, o índice da dimensão é o resultado do indicador “N.º de docentes de Pós-Graduação”.
(vi)	Taxa de Inovação: calculado utilizando a taxa de inovação por setor de serviços e da indústria, calculada pela PINTEC; O número de empregos para setores de serviços e da indústria, por setor, segundo a divisão CNAE 2.0, e por Unidade da Federação (UF), disponíveis no acesso restrito <sup>8</sup> do site da RAIS. Neste caso, o índice da dimensão é o resultado do indicador “Taxa de Inovação”.

Fonte: Elaboração própria

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são trazidos os resultados dos indicadores subnacionais de CT&I. Inicialmente são discutidos os principais resultados dos indicadores parciais. Em seguida, são analisados os resultados do indicador geral.

### 4.1 Análise Descritiva dos Indicadores Parciais

Os principais resultados da construção do índice de C,T&I foram avaliados para cada ano da amostra e por meio da comparação, entre os Estados. No intuito de entender e estabelecer a argumentação comparativa aqui proposta, a pesquisa

<sup>8</sup> Para ter acesso aos dados é preciso efetuar uma solicitação de usuário e senha, com justificativa no site do Programa de disseminação de estatísticas do Ministério do Trabalho.

se empenhou, inicialmente, na análise das estatísticas descritiva dos indicadores parciais, conforme a seguir:

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis de entrada: Gastos C&T *per capita* e Gastos P&D *per capita*, para os anos 2008, 2011 e 2014

<b>Dimensão 1 (em R\$/per capita)</b>						
	<b>Gastos C&amp;T <i>per capita</i></b>			<b>Gastos P&amp;D <i>per capita</i></b>		
	<b>2008</b>	<b>2011</b>	<b>2014</b>	<b>2008</b>	<b>2011</b>	<b>2014</b>
Med. <sup>9</sup>	20,119	34,971	52,947	10,481	15,239	24,402
Máx.	104,91	166,11	223,21	100,47	150,7	208,32
Mín.	1,9627	4,9953	6,473	0,34411	0,24116	0,20473
D.P.	21,092	31,007	43,668	19,296	29,129	40,929
C.V	1,0483	0,88665	0,82476	1,8409	1,9114	1,6773

Fonte: Elaboração Própria.

Avaliando a Dimensão 1, a evolução das estatísticas na amostra dos 3 anos apresentadas na Tabela 1, verifica-se que tanto os gastos em C&T, quanto em P&D, tiveram um comportamento médio ascendente em todo o período, porém, numa magnitude proporcional sempre maior para C&T, que se elevou cerca de 173% de 2008 para 2011, e de cerca de 263% de 2008 para 2014.

Já os investimentos estaduais em P&D foram mais acanhados nos três anos analisados, contudo, com o crescimento homogêneo na comparação relativa com C&T, quando aumenta de cerca de 145% entre 2008 e 2011, e de cerca de 275% entre 2008 e 2014. Nos dois casos, as maiores médias foram verificadas em 2014, e as menores em 2008, o que sugere ter havido um esforço público de fomento para essas dimensões.

Também estão na dimensão P&D as maiores variabilidades de gastos entre e a cada ano, o que sugere heterogeneidade na medida desses investimentos. Isso pode ser verificado por meio de seus respectivos coeficientes de variação, os quais se mantêm com valores muito próximos uns dos outros.

Nesse sentido, chama atenção o ano de 2014, que aponta a maior amplitude de valores entre os Estados de São Paulo e Rondônia: uma diferença de cerca de R\$ 208 (ver diferença através do mínimo e máximo da tabela 1). Dentre os Estados com menores investimentos *per capita* estão: Rondônia (cerca de R\$ 0,20), Amapá (cerca de R\$ 0,87) e Piauí (cerca de R\$ 1,94). Já as unidades da federação que

<sup>9</sup> Nota para as tabelas 1, 2 e 3: Med.: Média Max.: valor máximo; Min.: valor mínimo; D.P: desvio-padrão; C.V: coeficiente de variação.

mais gastam em P&D são: São Paulo (cerca de R\$ 208,32), Paraná (cerca de R\$ 65,88) e Rio de Janeiro (cerca de R\$ 61,26).

O mesmo ocorre com a dimensão C&T para o ano de 2014, com a maior amplitude de gastos entre os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (cerca de R\$ 216). Neste caso, os menores investimentos *per capita* são observados para os estados do Rio Grande do Sul (cerca de R\$ 6,47), Maranhão (cerca de R\$ 12,32) e Espírito Santo (cerca de R\$ 13,18). Os maiores investimentos foram dos estados de São Paulo (cerca de R\$ 223,20), seguido do Distrito Federal (cerca de R\$ 132,78) e Santa Catarina (cerca de R\$ 88,77).

Os dados mostram que, em 2008, o total dos gastos *per capita* de todos os governos estaduais em C&T foi de R\$ 543,22. Aumentou para R\$ 944,21 em 2011, e para R\$ 1.429,56 em 2014. Em todos os períodos, o estado de São Paulo detém o maior percentual de recursos, porém, com leve redução ao longo dos anos considerados. Os dados evidenciam a concentração de recursos no referido estado. É importante ressaltar que, nos anos de 2011 e 2014 a distribuição dos recursos *per capita* passa a ter um maior equilíbrio entre os demais estados, evidenciando uma leve desconcentração.

Na análise da evolução do total dos gastos *per capita* de todos os governos estaduais em P&D, foi possível levantar que em 2008 essa grandeza chegou a um montante de R\$ 283,00, aumentando em 2011 para R\$ 411,46 e, e em 2014, para um total de R\$ 658. Assim como ocorreu em C&T, em todos os períodos, o estado de São Paulo ocupa a primeira posição no volume de recursos, evidenciando aqui também a alta concentração desses recursos nessa unidade da federação, que nos três anos foi seguido pelos estados do Rio de Janeiro e Paraná. Nesse indicador, a maior disparidade espacial se dá entre os estados do Norte e Nordeste, que possuem os piores indicadores nacionais.

Na análise dos dados em detalhe, verifica-se que na Dimensão 1, os estados melhores classificados são em 2008 e 2014, São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro. Em 2011, Santa Catarina substitui o Rio de Janeiro na terceira posição. O Mato Grosso do Sul é destaque em 2014, ficando na quarta posição. Os estados que estão abaixo na classificação são, por ordem decrescente, Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Bahia e Ceará.

Nos resultados para a Dimensão 2, os dados de artigos indexados na base do ISI por milhão de Habitantes para os 3 anos aqui considerados mostram os respectivos totais para o Brasil de 239,17 artigos por milhão de habitantes, 313,89 e 357,77. É nítido o crescimento ao longo dos anos de todos os estados brasileiros. Nesse indicador, Distrito Federal é o estado que nos três anos tem destaque, com elevada diferença para os demais, mantendo nos três anos aproximadamente o seu resultado acima do resultado nacional em 300%. Os estados com maior representatividade nos três anos são Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo.

Os estados da região Norte e Nordeste são os que possuem produção muito baixa, em relação aos demais. Porém, apesar da maciça concentração, ao longo dos três anos, foi detectado um esforço para redução da mesma, o que pode ser verificado na Tabela 2, a seguir.

É possível verificar um crescimento médio do número total de artigos por milhão de habitantes no Brasil ao longo dos anos, de cerca de 150%. Porém, o que chama atenção é a amplitude máxima e mínima desses valores, tanto do ponto de vista temporal, quanto espacial, como é exemplo o ano de 2014, em que o Estado Distrito Federal publicou no ISI 1.136,95 artigos por milhão de habitantes, enquanto Rondônia apenas 47,46 artigos por milhão de habitantes. Roraima foi seguido por Maranhão (50,94 publicações) e Mato Grosso (74,43 publicações) que forma o ranking dos estados com menores participações nacionais.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas das variáveis de entrada: Artigos e Patentes, para os anos 2008, 2011 e 2014

	<b>Dimensão 2 (em unidades físicas/milhão de habitantes)</b>					
	<b>Artigos por milhão de habitantes</b>			<b>Patentes por milhão de habitantes</b>		
	<b>2008</b>	<b>2011</b>	<b>2014</b>	<b>2008</b>	<b>2011</b>	<b>2014</b>
Med.	156,95	223,69	267,69	23,02	24,63	23,33
Máx.	758,65	1045,59	1136,94	100,12	93,08	75,81
Mín.	18,07	35,52	47,46	1,58	1,46	1,33
D.P.	169,8	220,27	239,93	27,54	25,66	21,76
C.V	1,0819	0,98473	0,89627	1,1964	1,0422	0,93301

Fonte: Elaboração Própria.

A análise da evolução, por estado, do número de registros de patentes no INPI por milhão de habitantes é ainda mais destoante. Nos 3 anos de estudo, para uma média que se mantém sem alterações significativas, conforme tabela 2, o que

chama atenção são as amplitudes entre os valores máximos e mínimos nos 3 anos, que chegam a ser surpreendentes. Em 2014, os estados que mais registraram patentes por milhão de habitantes por ordem, são: Santa Catarina (75,81), São Paulo (66,63) e Rio Grande do Sul (65,76). Os estados que menos registraram foram: Amapá (1,33), Pará (2,23) e Maranhão (3,21).

Os números totais de patentes por milhão de habitantes são expostos para os 3 anos considerados na pesquisa (2008, 2011 e 2014). Seus respectivos totais a para o Brasil são de 40,67 patentes por milhão de habitantes, 40,52 e 36,47. Diferente da produção de artigos, o depósito de patentes por milhão de habitantes no INPI manteve um equilíbrio entre 2008 e 2011, com uma pequena queda no ano de 2014. O mesmo ocorreu no tocante aos estados. Santa Catarina chegou a depositar 246% (100,12) acima do valor do país (2008), porém declinou nos anos seguintes: 230% (93,08) em 2011 e 208% (75,81) em 2014. Os estados da região Norte e Nordeste continuam tendo a menor participação relativa no indicador.

Para a Dimensão 3, são apresentados os dados do número de docentes de Pós-Graduação no Brasil por milhão de habitantes. Esse é um indicador de processo que tem relação direta com o indicador de resultado, a produção de artigos, de modo que o crescimento e esforço de desconcentração de ambos está relacionado.

Em todos os Estados, há significativo crescimento desse indicador. O total de docentes da Pós-Graduação por milhão de habitantes em 2008 é de 283,24, 2011 e 2014 são respectivamente 345,71 e 421,41.

Distrito Federal, assim como em artigos, segue sendo o estado de maior expressão, reduzindo seu total em relação ao total nacional de 225% em 2008 (637,04 docentes por milhão de habitantes), 210% em 2011 (727,59) e 204% em 2014 (858,23). Da mesma forma que ocorreu com a produção de artigos, Distrito Federal cresce ao longo dos anos, porém sua representatividade no total do país reduz.

De acordo com a Tabela 3, é possível verificar o crescimento da média dos estados de docentes de pós-graduação por milhão de habitantes em cerca de 169% entre 2008 e 2014. Novamente, o que ganha notoriedade são as elevadas dispersões entre o Sudeste do país e a região Norte: Em 2014, Distrito Federal é seguido pelo estado do Rio de Janeiro (671,09 docentes por milhão de habitantes) e Rio Grande do Sul (646,28 docentes por milhão de habitantes). Os menores

números foram observados para o estado do Maranhão (102,32 docentes por milhão de habitantes) e Rondônia (139,83 docentes por milhão de habitantes). Estados como Bahia e Pernambuco possuem uma representatividade razoável, porém ainda assim, os Estados dessas regiões continuam sendo os piores no indicador.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas das variáveis de entrada: Nº Docentes e Taxa de Inovação, para os anos 2008, 2011 e 2014

	<b>Dimensão 3 (u.f./milhão de hab)</b>			<b>Dimensão 4 (u.f)</b>		
	<b>Nº Docentes por milhão de habitantes</b>			<b>Taxa de Inovação</b>		
	<b>2008</b>	<b>2011</b>	<b>2014</b>	<b>2008</b>	<b>2011</b>	<b>2014</b>
Med.	218,08	284,37	368,85	0,46589	0,4236	0,39525
Máx.	637,04	727,59	858,23	4,0035	3,2812	3,0472
Mín.	52,33	63,65	102,32	0,00099	0,00117	0,00121
D.P.	141,21	159,12	185,75	0,8203	0,702	0,65089
C.V	0,64752	0,55956	0,50359	1,7607	1,6572	1,6468

Fonte: Elaboração Própria.

A Tabela 3 traz ainda a taxa de inovação – Dimensão 4. Verifica-se seu declínio médio ao longo do período analisado, com uma queda de 30,15%, entre 2008 e 2014. Observa-se ainda uma grande heterogeneidade desse indicador no território nacional, além de grande dispersão da média, de seus valores extremos, apesar da sua redução ao longo dos anos considerados. Tudo isso sinaliza um contexto de concentração, no Sudeste do país, de empresas que inovam.

Os dados da taxa de inovação, como detalhado na seção 2.3, é composto por dados do emprego e dados da taxa de inovação. O setor de P&D é destaque nos três anos com a maior taxa de inovação, um resultado esperado para esse setor, cujo objetivo é a própria inovação.

De acordo com os resultados finais do indicador taxa de inovação, São Paulo novamente é destaque, porém seu resultado esteve em queda durante os três anos. Os estados melhores classificados depois de São Paulo, são o Amazonas, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, apenas alterando posições. Destaque para Amazonas, que em 2008 é o quarto na classificação, em 2011 é o segundo melhor e em 2014 ocupa o terceiro lugar. O Nordeste ganha expressão com Alagoas e Ceará entre os 10 melhor classificados.

#### 4.2 Análise dos Resultados dos Índices:

Com o intuito de qualificar os resultados dos indicadores propostos por essa pesquisa, a análise foi feita por dimensão, estratificadas em intervalos simples de classe, segundo o valor obtido pelo índice do respectivo estado, como exposto na Tabela 4.

Vale ressaltar que todos os indicadores aqui propostos estão padronizados no intervalo  $[0,1]$ , de modo que quanto mais próximo da unidade o mesmo estiver, muito alta será a posição relativa do respectivo estado frente as outras unidades da federação no que diz respeito ao seu sistema local de inovação.

Tabela 4 – Estratificação dos estados por intervalo de distribuição dos valores dos Indicadores das dimensões, para os anos 2008, 2011 e 2014

	Dimensão 1			Dimensão 2			Dimensão 3			Dimensão 4		
	Gastos C&T/P&D (I <sub>1</sub> )			Produção científica e tecnológica (I <sub>2</sub> )			Recursos humanos (I <sub>3</sub> )			Difusão do conhecimento (I <sub>4</sub> )		
	2008	2011	2014	2008	2011	2014	2008	2011	2014	2008	2011	2014
0,000 – 0,499	26	26	26	23	23	22	22	19	17	26	26	26
0,500 – 0,599	0	0	0	1	1	2	1	4	5	0	0	0
0,600 – 0,699	0	0	0	3	2	2	2	1	2	0	0	0
0,700 – 0,799	0	0	0	0	1	1	1	2	2	0	0	0
0,800 – 1,000	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados da pesquisa.

Dessa forma, as avaliações promovidas por esse estudo averiguaram um contexto de agrupamento bipolar dos indicadores das dimensões 1 e 4, os quais concentram 26 estados, das 27 unidades da federação brasileira, num intervalo de classe que caracteriza seus indicadores de insumo e de impacto como “muito baixos”.

Em função da natureza das variáveis que caracterizam os indícios da Dimensão 1, esse resultado sugere concluir que o Brasil tem promovido a alocação dos recursos empregados em ciência e tecnologia, pesquisa e desenvolvimento de forma bastante desigual, com 26 estados classificados num patamar muito baixo. Ademais, com base na discussão promovida na seção 3.1, constata-se que os volumes investidos por estado são extremamente díspares.

Possivelmente como consequência desse contexto anterior, igualmente se coloca a difusão do conhecimento – Dimensão 4. Mais de 96% das unidades federativas classificam-se, segundo esse aspecto, numa classe abaixo de 0,59. Nesse sentido, é possível constatar um único estado, São Paulo, percebendo de forma isolada, o valor máximo para esses indicadores, posicionando-se no topo da escala como maior investidor nacional em C&T e P&D, além de ser o líder absoluto no processo de difusão de conhecimento nos 3 anos analisados.

Já os aspectos das Dimensões 2 e 3 foram mais favoráveis do ponto de vista espacial. Neles é possível perceber que entre 2 e 5 estados ocuparam posições intermediárias na classificação dos indicadores, revelando uma melhor distribuição dos índices de processo e de resultados no país, especificamente em relação a disponibilidade de recursos humanos qualificados e a produção científica e tecnológica.

Os resultados das Dimensões 2 e 3 podem ser atrelados as políticas públicas de expansão das instituições federais de ensino superior. O Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2007-2010 (PACTI) e a Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Social, lançada em 2011, motivaram os investimentos federais destinados a CT&I, com estímulo à ampliação da formação de recursos humanos, por meio da inserção de mais bolsas e ampliação da pós-graduação. O Programa de Modernização da Infraestrutura das ICTs possibilitou a criação de infraestrutura para desenvolvimento da C, T&I (MCT, 2010). Tais elementos têm influência na produção científica, dando esse cenário menos concentrador, na Dimensão 3.

O indicador  $I_2$ , ainda que concentrando a maioria dos estados na classe mais baixa, possui agrupamentos em 4 das 5 classes estratificadas. Em 2014 os estados de Paraná e Santa Catarina estão na classificação “baixa”. São Paulo e Rio Grande do Sul agrupam-se na classificação “média”. Já o Distrito Federal ocupa a primeira posição com uma classificação “alta” no seu desempenho de produção científica e tecnológica. Contudo, essa é uma tendência per capita, que ora predomina a variável número de artigos indexados, ora o número de depósitos de patentes, o que justifica a alteração das posições dos estados entre as classes.

Estados como Amapá, Acre, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima, Alagoas e Mato Grosso percebem índices igual ou abaixo de 0,1, o que os coloca numa

condição de completa vulnerabilidade ou mesmo indica a debilidade do sistema local de inovação.

No que diz respeito a Dimensão 3, a distribuição dos estados entre as classes de estratos dos níveis de disponibilidade de recursos humanos qualificados é menos concentrada que a Dimensão 2. O indicador  $I_3$  teve uma tendência de desconcentração ao longo do tempo. Reduziu de 22 estados, em 2008, com índices abaixo de 0,499, para 17, em 2014. Aumentou, de um período para outro, de 1 para 5 estados com classificação superior a 0,5.

O Distrito Federal ficou com uma classificação “muito alta”, atingindo a pontuação máxima. Maranhão, Rondônia, Tocantins, Amapá, Alagoas, Bahia, Ceará, Sergipe, Minas Gerais são alguns exemplos dos 17 estados agrupados na pior classificação. Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul e, surpreendentemente, os estados de Roraima e São Paulo ocupam uma classificação “baixa” nesse indicador de processo. Chama atenção o reposicionamento de dois estados do Nordeste: A Paraíba e o Rio Grande do Norte destacam-se com indicadores acima de 0,6, portanto, uma classificação “média” na disponibilidade de recursos humanos qualificados. Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro estão numa classificação acima de 0,7.

Essa tendência da Dimensão 3 é positiva no sentido de que esse indicador de processo se reflete de forma importante nos indicadores de desempenho e de resultados, de modo que a disseminação nacional dos recursos humanos qualificados, ainda que pequena e pontual, pode ser o início da construção de uma base para a mudança futura.

Todos os resultados expostos até aqui contribuíram para o desfecho do Índice Geral de Ciência, Tecnologia e Inovação ( $I_G$ ), cujas estratificações estão apresentadas na Tabela 5. É possível verificar por parte desse Índice sintético que o Brasil, em quase sua totalidade, tem uma classificação “muito baixa” da sua atual dinâmica de produção, aperfeiçoamento e disseminação dos conhecimentos científicos, tecnologias e inovações, necessários para uma consolidação do seu Sistema Nacional de Inovação.

Tabela 5 – Estratificação dos estados por intervalo de distribuição dos valores do Índice de C,T&I para os anos 2008, 2011 e 2014

<b>Índice de C,T&amp;I (I<sub>C</sub>)</b>			
	<b>2008</b>	<b>2011</b>	<b>2014</b>
0,000 – 0,499	26	26	26
0,500 – 0,599	0	0	0
0,600 – 0,699	0	0	0
0,700 – 0,799	0	1	1
0,800 – 1,000	1	0	0

Fonte: Elaboração Própria.

Exceto São Paulo, os demais estados estão entre 0,2 e 0,25, portanto, na pior classificação do índice. Isso enfatiza e confirma a existência das desigualdades estaduais e conseqüentemente, regionais. Estados do Norte e Nordeste estão, em sua grande maioria, no final da classificação. Um contexto, portanto, de pouca amplitude e fragilidade dos sistemas locais de inovação brasileiros.

Com relação ao fortalecimento da pesquisa e da infraestrutura, de acordo com o MCTI (2012), as iniciativas dos últimos anos foram intensas, porém não suficientes para rápida ascensão econômica. Para isso é necessária a ampliação das pesquisas e apoio a criação de laboratórios. Enfim, é preciso medidas que ampliem a infraestrutura do SNCT&I, através do aporte maior de recursos.

Uma dificuldade apontada é a concentração regional dos recursos no Sul e Sudeste, tanto em questões de programas e de bolsas. Na capacitação de recursos humanos, os indicadores mostram o crescimento da pós-graduação, dos números de mestres e doutores titulados, porém a formação ainda fica menor que a necessidade do país. É preciso centralizar esforços e recursos para formação, principalmente nas áreas estratégicas, como é o caso das engenharias.

## **5 CONCLUSÃO**

Dada a relevância que os Sistemas Nacionais de Inovação dos países industrializados têm exercido sobre a transformação e amplificação estrutural e econômica de seus sistemas produtivos e, conseqüentemente, da difusão desses efeitos sobre o nível e o tipo de desenvolvimento dessas nações, é que torna-se emergente, segundo Viotti (2003), conhecer, acurar, estabelecer e consolidar os sistemas de indicadores de C,T&I no Brasil.

Foi nesse sentido que se desenvolveu esse estudo. A busca por avaliar o atual nível do uso da ciência e do progresso tecnológico pelos estados brasileiros, conduziu a construção sistêmica de indicadores subnacionais, os quais possibilitaram a compreensão e um mapeamento das assimetrias espaciais no que diz a esse respeito. Dessa forma, foi possível verificar que no Brasil, os investimentos médios em C&T são maiores e mais homogêneos que os investimentos em P&D, porém, suas dessemelhanças estaduais são mais elevadas.

O país tem uma tendência crescente do nível de publicação de artigos científicos por milhão de habitantes (Dimensão 2), que se mostrou estável na média, assim como ocorreu com o número médio de patentes registradas no período analisado. O problema segue sendo a dissonância entre os estados, que, neste caso, se revelou ainda mais grave que o anterior. É possível verificar amostra de estado que tem apenas 1,33 registro de patente por milhão de habitantes nos sete anos que alcançaram as análises aqui produzidas, como é o caso do Estado do Amapá.

O que chama atenção em todos esses aspectos, é que quem “arrasta” as estatísticas dos gastos *per capita* em C&T e P&D (Dimensão 1) e na taxa de inovação (Dimensão 4), de forma disparada, é o Estado de São Paulo, seguido, sempre em menor proporção, por outros estados da região Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

Nos indicadores de artigos, patentes e número de docentes por milhão de habitantes, Distrito Federal e Santa Catarina são os que carregam as melhores posições. Essa linha que se coloca, define um padrão para esses indicadores, que se mantêm no tempo: Região Norte sem expressão na participação nacional, Região Nordeste com pequena ou moderada participação relativa e Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste assumindo, juntas, a hegemonia em todas as dimensões analisadas.

Segundo Santos (2014), as regiões que possuem um maior peso econômico nacional, tendem a concentrar os elementos do SNI. No Brasil, segundo o autor, entre 1995 e 2010, houve desconcentração, através da ampliação e consolidação desse Sistema.

Contudo, o que é possível constatar com os resultados aqui verificados, é que essa desconcentração é muito pouco significativa, sendo, inclusive, insuficiente quanto a difusão sobre extensão territorial nacional, e quanto a consolidação,

primariamente, dos Sistemas Locais de Inovação e, assim, secundariamente, do Sistema Nacional de Inovação, bem como quanto a seus efeitos sobre o crescimento e desenvolvimento econômico brasileiro. Este é um indício de que regiões de economias menos favorecidas não engendram processos de mudança de técnica, retardando o desenvolvimento de estruturas baseada no conhecimento, típicos de economia industrializadas.

Apesar da desconcentração ocorrida nos indicadores de produção científica (Dimensão 2) e disseminação de recursos humanos qualificados (Dimensão 3), o esforço ainda não foi suficiente para que os estados brasileiros superem a enorme desigualdade relativa na área de C,T&I.

Esses resultados habilitam esta pesquisa a inferir sobre a lenta tomada de consciência da importância desses indicadores para a condução das políticas econômicas, no sentido de avigorar a economia e as suas relações com o resto do mundo. Isto posto, é possível concluir que todos os esforços de investimentos, ciência, pesquisa e inovação até aqui registrados no Brasil, não foram capazes, segundo os resultados da pesquisa, de expressar, ou ao menos redirecionar, o padrão de composição espacial do índice nacional de C,T&I.

Na construção dos indicadores subnacionais, a Dimensão 2 (produção científica) e a Dimensão 3 (disponibilidade de recursos humanos) foram as menos concentradas. Isso pode ter influência do processo de expansão das instituições federais de ensino superior. Percebe-se, contudo, uma grande desigualdade na Dimensão 1 (sobretudo dispêndio em P&D), o que também influencia a desigualdade percebida na Dimensão 4 (difusão, com foco na taxa de inovação). Isso chama atenção para a necessidade de elevar os dispêndios em P&D nos sistemas estaduais, reduzindo a desigualdade, como forma de buscar obter uma melhor distribuição dos resultados de inovação entre os estados.

Em função da aceleração mundial no uso da ciência e no melhoramento da técnica, e da intensificação da influência desses aspectos na trajetória da economia, recomenda-se aqui, a inversão de esforços de políticas direcionadas a consolidação e difusão do SNI brasileiro, o que requer o fomento de pesquisa voltadas ao aperfeiçoamento dos sistemas nacionais de indicadores. Recomenda-se, ainda, para trabalhos futuros, a busca continuada da modernização, tanto do critério de escolhas das variáveis relevantes na elucidação de cada indicador, segundo sua natureza,

quanto das metodologias de cálculos dessas grandezas, com a devida observância do peso (ponderação) de cada termo, na explicação dos distintos fenômenos.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. A.; MACEDO, C. W. Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Regional. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, v.16, n.1, p.67-78, 2012.
- CASALI, G. F. R.; SILVA, O. M.; CARVALHO, F. M. A. Sistema regional de inovação: estudo das regiões brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 14, n. 3, p. 515-550, 2010.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n.1, p.p.34-45, 2005.
- CAVALCANTE, L. R. Desigualdades regionais em ciência, tecnologia e inovação (C, T&I) no Brasil: Uma análise de sua evolução recente.. **Texto para discussão**, Rio de Janeiro: IPEA, n. 1574, 2011.
- COLLET, L. **Mensuração das Inovações**: Construção de um índice de Ciência, Tecnologia e Inovação (IC,T&I) para os Estados brasileiros. 2012. 112 p. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.
- DIAS, R. B. **A trajetória da Política Científica e Tecnológica Brasileira**: Um olhar a partir da análise de política. 2009. 243 p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 2009.
- FURTADO, C. **Teoria e política do desenvolvimento econômico**. 2. ed. São Paulo: Companhia Nacional, 1967. (Biblioteca universitária)
- GEOCAPES. **Dados estatísticos**. Disponível em: <<http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds/#>>. Acesso em: 06 dez 2017.
- HOLLANDA, S. Dispêndios em C&T e P&D. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2003. p. 89-120.
- INSTITUTE FOR SCIENCE INFORMATION (ISI). **Web of Science**. Disponível em <[http://apps-wofknowledge.ez20.periodicos.capes.gov.br/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=6AHh8cBsyupFEMVding&preferencesSaved=>](http://apps-wofknowledge.ez20.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=6AHh8cBsyupFEMVding&preferencesSaved=>)>. Acesso em: 02 out 2017.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). Disponível em:<[www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas](http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas)>. Acesso em: 06 abr. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativa da população**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2008/default.shtm>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

JANNUZZI, P. M. Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. **Revista do Serviço Público Brasília**, v. 56, n. 2, p. 137-160 Abr./Jun. 2005.

LETA, J.; CRUZ, C. H. B. A produção científica brasileira. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2003. p. 121-168.

MENEZES-FILHO, N.; KOMATSU, B.; LUCCHESI, A.; FERRARIO, M. **Políticas de Inovação no Brasil**. São Paulo: Centro de Políticas Públicas, INSPER, 2014.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA, INOVACÕES E COMUNICAÇÕES - MCTIC. **Indicadores nacionais de Ciência e tecnologia (C&T)**. Disponível em: <[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores\\_cti.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores_cti.html)>. Acesso em: 06 dez. 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. **Relatório de Gestão do MCT (2003-2006)**. Brasília: MCT, 2006.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação: Principais resultados e avanços (2007-2010)**. Brasília: MCT, 2010.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA e INOVAÇÃO - MCTI. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015 e Balanço das atividades estruturantes 2011**. Brasília: MCTI, 2012.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE. **RAIS - Relação anual de informações sociais**. Programa de disseminação de estatísticas do trabalho. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/pdet/index.asp>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

Pesquisa Industrial de Inovação tecnológica (PINTEC). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/>>. Acesso em 06 dez 2017.

PINTO, L. C. T. **O esforço dos Estados nordestinos na construção de capacitações para a inovação**: Uma análise para 2010. 2014. 105 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Alagoas, Brasil, 2014.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD) - BRASIL. **O IDHM**. Disponível em:  
<[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o\\_atlas/idhm/](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/)>. Acesso em 25 nov 2017.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório de Desenvolvimento Humano 2010**. Disponível em:  
<<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/idh/relatorios-de-desenvolvimento-humano/relatorio-do-desenvolvimento-humano-200010.html>>. Acesso em 25 nov 2017

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório de Desenvolvimento Humano 2013**. Disponível em:  
<<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/idh/relatorios-de-desenvolvimento-humano/relatorio-do-desenvolvimento-humano-200012.html>>. Acesso em 25 nov 2017

RAUEN, C. V. O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT Empresa?. **Radar: Tecnologia, produção e Comércio Exterior**, Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, v. 2, n. 43, p. 21-35, 2016.

REIGADO, F. M. Inovação e competitividade empresarial. **Ci. & Tróp.**, Recife, v. 25, n. 1, p. 57-82, jan/jun., 1997.

ROCHA, E. M. P.; FERREIRA, M. A. T. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CTel nos Estados brasileiros. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 61-68, set./dez., 2004.

SANDOVAL, C. JR; LOURENÇO, R. Pós-Graduação e Pesquisa na Universidade. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2003. p. 169-227.

SANTOS, E. C. do C. Índice estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação como contribuição à melhoria da capacidade de gerência pública. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 399-421, set./dez., 2011.

SANTOS, U. P. **A Dimensão Espacial do Sistema Nacional de Inovação e seus Impactos Regionais na Economia Brasileira**. 2014. 197 p. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Faculdade de Ciências Econômica, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 2014.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e Evolução dos Indicadores de C,T&I. In: VIOTTI, E. B.;MACEDO, M. M. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2003. p. 41-88.