



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO

**INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: PROPOSIÇÃO E  
APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE SINTÉTICO PARA OS ESTADOS DA REGIÃO  
NORDESTE DO BRASIL**

DÉBORA KARYNE DA SILVA ABRANTES

JOÃO PESSOA  
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO

DÉBORA KARYNE DA SILVA ABRANTES

**Orientador:** Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido

**Área de Concentração:** Administração e Sociedade.  
**Linha de Pesquisa:** Organizações e Sociedade.

Projeto de dissertação apresentado como requisito parcial para obtenção do **Título de Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal da Paraíba

JOÃO PESSOA  
2023

## Ficha Catalográfica

### Catálogo na publicação Seção de Catalogação e Classificação

A158i Abrantes, Débora Karyne da Silva.

Indicadores de ciência, tecnologia e inovação :  
proposição e aplicação de um índice sintético para os  
estados da região nordeste do Brasil / Débora Karyne da  
Silva Abrantes. - João Pessoa, 2023.

16 f. : il.

Orientação: Gesinaldo Ataíde Cândido.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCSA.

1. Administração. 2. Tecnologia - Inovação. 3.  
Organizações e sociedade. I. Cândido, Gesinaldo Ataíde.  
II. Título.

UFPB/BC

CDU 005(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB CENTRO DE  
CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS - CCSA PROGRAMADEPÓS-  
GRADUAÇÃOEMADMINISTRAÇÃO-PPGA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Defesa nº 683

Ata da Sessão Pública de Defesa de Dissertação do(a) Mestrando(a) Débora Karyne da Silva Abrantes como requisito para obtenção do grau de Mestre em Administração, Área de Concentração em Administração e Sociedade e com Linha de Pesquisa em Organizações e Sociedade.

No dia 24 de fevereiro de 2023, às 15:00 horas, na sala virtual Google Meet através do link [meet.google.com/njv-kdkf-doz](https://meet.google.com/njv-kdkf-doz), reuniu-se a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Administração, composta pelos membros Prof. (a). Dr.(a) Gesinaldo Ataíde Cândido (Orientador(a) – PPGA/UFPB), Prof.(a) Dr.(a) Samir Adamoglu de Oliveira (Examinador(a) Interno(a) – PPGA/UFPB) e Prof.(a) Dr.(a) Maurício Aguiar Serra (Examinador(a) Externo(a) – Unicamp) com a finalidade de julgar a dissertação do(a) aluno(a) Débora Karyne da Silva Abrantes intitulada “INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: PROPOSIÇÃO E APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE SINTÉTICO PARA OS ESTADOS DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL”, para obtenção do grau de Mestre em Administração. O desenvolvimento dos trabalhos seguiu o roteiro de sessão de defesa estabelecido pela coordenação do curso, com abertura, condução e encerramento da sessão solene de defesa realizados pelo (a) presidente Prof. (a) Dr. (a) Gesinaldo Ataíde Cândido. Após haver analisado o referido trabalho e arguido o (a) candidato (a), os membros da Banca Examinadora deliberaram por unanimidade e atribuíram o conceito ( X ) aprovado, ( ) insuficiente, ( ) reprovado.

Observações da Banca:

Depois da apresentação do trabalho e posterior considerações, recomendações e arguições realizadas pelos membros da banca examinadora, para as quais, a mestranda se posicionava foi deliberado que o trabalho merecia aprovação, com as recomendações de alguns ajustes para fins da versão final do trabalho: 1) Resumir o capítulo de Introdução os subitens 1 e 2 da Fundamentação Teórica e 2) Melhorar

o capítulo de Conclusões, explorando um viés de mais subjetividade, considerando os resultados obtidos com o contexto territorial da pesquisa e base teórica explorada.

Proclamados os resultados, o(a) Presidente da Banca Examinadora encerrou os trabalhos, e para constar eu, Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Gesinaldo Ataíde Cândido, confiro e assino a presente ata, juntamente com os membros da Banca Examinadora e o(a) aluno(a).



---

Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Gesinaldo Ataíde Cândido Orientador  
(a) – PPGA/UFPB

---

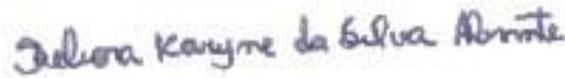
Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Samir Adamoglu de Oliveira  
Examinador(a) Interno(a) – PPGA/UFPB



p/

---

Prof. <sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> Maurício Aguiar Serra  
Examinador(a) Externo(a) – Unicamp



---

Débora Karyne da Silva Abrantes  
Mestrando (a)

*Emitido em 24/02/2023*

**ATA Nº 2023/2023 - CCSA - PPGA (11.01.13.35)**

**(Nº do Documento: 2023)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 02/03/2023 09:55 )*

**SAMIR ADAMOGLU DE OLIVEIRA**

*PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR*

2332845

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufpb.br/documentos/> informando seu número: **2023**, ano: **2023**, documento (espécie): **ATA**, data de emissão: **02/03/2023** e o código de verificação: **889d7ee380**

À minha filha, Laura, a quem eu dedico cada passo dado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me concedido a oportunidade de viver e de ter ao meu lado pessoas maravilhosas às quais dirijo toda minha gratidão.

Aos meus pais, Gilberto e Márcia, por todo amor, cuidado e dedicação. Por todo o apoio que recebi e recebo diariamente e por sempre acreditarem em mim. Serei eternamente grata a Deus por ter me colocado nesse lar.

À minha filha Laura, com quem tenho aprendido a arte de viver, por todo o amor e compreensão que, mesmo sem entender, teve comigo. Você é a minha luz, a minha força e o motivo que me faz pensar adiante. Espero que um dia você compreenda que todos os momentos em que estive longe foram por você!

Ao meu companheiro de vida, Aleff, em quem eu tanto me espelho, por todo o amor e paciência, por ter sido o meu primeiro incentivador e por estar sempre ao meu lado, em todos os momentos, me dando força e encorajando a não desistir. Eu amo você!

Ao meu orientador, Gesinaldo, com quem tanto aprendi nos últimos anos. Sou grata por toda a disponibilidade, parceria e por todos os ensinamentos que culminaram neste momento. Serei eternamente grata a você!

À banca examinadora, Samir Adamoglu e Maurício Serra, pelas ricas contribuições ao meu trabalho.

A todos os professores e funcionários que compõem o PPGA/UFPB, minha casa nos últimos dois anos, pelo conhecimento compartilhado e pela inquietação gerada. É um orgulho imenso fazer parte desse programa.

Aos meus amigos da turma 46, em especial Vitória, Murilo, Heudja e Stella, companheiros do mestrado e partes importantes da minha formação, pelo companheirismo e por todos os momentos que compartilhamos ao longo desses dois anos. Vocês foram um grato presente que o mestrado me deu!

À CAPES, pelo financiamento que possibilitou esta formação.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente com a minha formação.

## RESUMO

A Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) estão no cerne da dinâmica do sistema econômico e atuam como direcionadores do progresso de países e regiões. Nesse sentido, a mensuração da CT&I torna-se necessária para a identificação de lacunas e para a construção de estratégias com vistas ao desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo. No entanto, o Brasil, assim como a maioria dos países em desenvolvimento, apresenta deficiências em seu sistema estatístico, dificultando o processo de mensuração do desenvolvimento inovativo. Essa dificuldade se torna ainda mais evidente em um recorte subnacional devido à heterogeneidade existente entre os estados e regiões do país. Assim, esta pesquisa teve como objetivo propor um Índice sintético de inovação que permita mensurar a Ciência, Tecnologia e Inovação das Unidades Federativas do Nordeste brasileiro, de modo a compilar informações relevantes para a compreensão das fragilidades e lacunas existentes. Para atingir ao objetivo proposto, esta pesquisa se embasou na metodologia de construção de indicadores compostos propostas pela OCDE (2008) que contribuem para uma maior transparência e robustez no processo de construção de índices de modo a evitar inconsistências metodológicas e imprecisões no processo de interpretação. A partir da realização de uma Revisão Sistemática da Literatura e, posteriormente, de um mapeamento dos dados disponíveis, no contexto estudado, foi proposto um instrumento de mensuração composto por 28 indicadores, subdivididos em 12 dimensões e 4 pilares. A coerência estatística do conjunto de dados foi avaliada através de testes de confiabilidade interna dos dados e análises de correlação. A partir da aplicação do índice, foi possível mensurar o desenvolvimento da CT&I no Nordeste, e ranquear as Unidades Federativas de acordo com os seus desempenhos, identificando as forças e fragilidades de cada sistema inovativo a partir da decomposição analítica do índice em pilares e dimensões. Para isso, utilizou-se uma escala de classificação que distinguiu os estados em: (1) Inovadores Líderes, composto por Paraíba e Ceará, (2) Inovadores Seguidores, composto por Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e Sergipe e (3) Inovadores moderados, composto por Piauí, Alagoas e Maranhão. Foi possível perceber que a região Nordeste desenvolveu-se de forma excessivamente heterogênea e, portanto, as Unidades Federativas da região apresentam níveis de desenvolvimento destoantes, apesar de compartilharem bases históricas, econômicas, sociais e culturais similares. Os resultados dessa pesquisa podem contribuir para a elaboração de estratégias que visem superar as lacunas e fragilidades dos Sistemas Regionais de Inovação do Nordeste direcionadas à promoção do desenvolvimento inovativo das regiões.

**Palavras-chave:** Ciência, Tecnologia e Inovação. Indicadores. Sistemas de Inovação.

## ABSTRACT

Science, Technology and Innovation (ST&I) are at the heart of the dynamics of the economic system and act as drivers of the progress of countries and regions. In this sense, the measurement of ST&I becomes necessary for the identification of gaps and for the construction of strategies for scientific, technological and innovative development. However, Brazil, like most developing countries, has deficiencies in its statistical system, hindering the process of measuring innovative development. This difficulty becomes even more evident in a subnational section due to the heterogeneity existing between the states and regions of the country. Thus, this research aims to propose a synthetic innovation index that allows measuring the Science, Technology and Innovation of the Federative Units of northeastern Brazil, in order to compile information relevant to the understanding of the weaknesses and gaps existing. To achieve the proposed objective, this research was based on the methodology of construction of composite indicators proposed by the OECD (2008) that contribute to greater transparency and robustness in the process of index construction in order to avoid methodological inconsistencies and inaccuracies in the interpretation process. Based on a Systematic Literature Review and, later, a mapping of the available data, in the context studied, a measurement instrument composed of 28 indicators was proposed, subdivided into 12 dimensions and 4 pillars. The statistical coherence of the data set was evaluated through internal reliability tests of the data and correlation analyses. From the application of the index, it was possible to measure the development of CT&I in the Northeast, and rank the Federative Units according to their performances, identifying the forces and weaknesses of each innovative system from the analytical decomposition of the index into pillars and dimensions. For this, we used a classification scale that distinguished the states in: (1) Innovative Leaders, composed of Paraíba and Ceará, (2) Innovative Followers, composed of Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia and Sergipe and (3) Moderate Innovators, composed of Piauí, Alagoas and Maranhão. It was possible to notice that the Northeast region developed in an excessively heterogeneous way and, therefore, the Federative Units of the region present destonating levels of development, despite sharing similar historical, economic, social and cultural bases. The results of this research can contribute to the development of strategies aimed at overcoming the gaps and weaknesses of the Regional Innovation Systems of the Northeast aimed at promoting the innovative development of the regions.

**Keywords:** Science, Technology and Innovation. Indicators. Innovation Systems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelo Sistêmico de inovação .....	26
Figura 2- Representação de um Sistema Regional de Inovação.....	31
Figura 3- Procedimentos para a construção de Indicadores Compostos .....	36
Figura 4- Mapa da região Nordeste .....	58
Figura 5- Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura .....	61
Figura 6- Etapas da pesquisa empírica .....	63
Figura 7- Escala de classificação das Unidades Federativas.....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Modelos de Inovação .....	27
Quadro 2- Principais diferenças entre as abordagens de Sistemas de Inovação .....	31
Quadro 3- Prós e Contras da utilização de índices .....	36
Quadro 4- Sistema de Indicadores do <i>European Innovation Scoreboard</i> .....	38
Quadro 5- Sistema de Indicadores do <i>Global Innovation Index</i> .....	40
Quadro 6- Sistema de Indicadores de Yi, Dezhi e Wen .....	43
Quadro 7- Sistema de Indicadores de Zhan .....	44
Quadro 8- Sistema de Indicadores de Reid et al. ....	45
Quadro 9- Sistema de Indicadores de Ziyang Li, Hongwei Shi e Hongda ..	46
Quadro 10 – Sistema de Indicadores de Hlaváček e Siviček .....	48
Quadro 11- Sistema de indicadores de Xianzhong et al.....	49
Quadro 12- Sistema de Indicadores CGEE .....	50
Quadro 13- Sistema de Indicadores FIEC .....	52
Quadro 14- Sistema de Indicadores de Beneli .....	52
Quadro 15- Sistema de Indicadores de Silva, Quintino e Santana .....	53
Quadro 16- Sistema de indicadores de Gonçalves e Santana .....	54
Quadro 17- Sistema de Indicadores de Silva Neto e Reis filho .....	55
Quadro 18- Delimitação dos objetivos específicos .....	58
Quadro 19- Principais atores constituintes dos SRI do Nordeste .....	68
Quadro 20- Sistema de Indicadores do Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação ..	70
Quadro 21- Caracterização dos Indicadores da dimensão Capital Humano em C&T.....	75
Quadro 22- Caracterização dos Indicadores da dimensão Excelência do Sistema de Pesquisa	76
Quadro 23 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Infraestrutura .....	77
Quadro 24 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Dispêndio público em CT&I.....	79
Quadro 25 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Dispêndio empresarial em atividades inovativas.....	79
Quadro 26- Caracterização dos Indicadores da dimensão Excelência do Sistema de Pesquisa	80
Quadro 27 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Inovadores .....	81
Quadro 28 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Redes de cooperação .....	82
Quadro 29 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Redes de cooperação .....	83
Quadro 30 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Ocupações em C&T .....	86
Quadro 31 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Exportação intensivas em Tecnologia e Conhecimento.....	88
Quadro 32 - Classificação da intensidade tecnológica .....	88
Quadro 33 - Classificação dos Serviços baseados em conhecimento .....	90
Quadro 34 - Caracterização dos Indicadores da dimensão Estabelecimentos voltados a TIC..	91
Quadro 35 - Composição do Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação .....	93
Quadro 36 - Códigos dos indicadores .....	96
Quadro 37 - Interpretação dos resultados do Alfa de Crombach .....	98
Quadro 38 - Resultado dos testes estatísticos .....	99
Quadro 39 - Correlação pilar 1.....	101
Quadro 40 - Correlação pilar 2.....	102
Quadro 41 - Correlação pilar 3.....	102
Quadro 42 - Correlação pilar 4.....	103
Quadro 43 - Coeficientes de correlação para os indicadores individuais .....	103
Quadro 44 - Agregação dos indicadores da Paraíba.....	107

Quadro 45 - Categorias para a análise de sensibilidade .....	108
Quadro 46 - Indicadores padronizados e ponderados .....	111
Quadro 47 - Correlação entre os resultados do índice para cada pilar.....	117
Quadro 48 - Caracterização do Líderes.....	121
Quadro 49 - Caracterização do grupo Seguidores .....	125
Quadro 50 - Caracterização do grupo moderados.....	129
Quadro 51 - Síntese do desempenho nas dimensões .....	130

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANPEI	Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
ANPROTEC	Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
C&T	Ciência e Tecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
EIS	European Innovation Scoreboard
EMBRAPA	A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMEPA	Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
FIEP	Federação das Indústrias do Estado da Paraíba
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNC	Fundação Nacional da Ciência
GII	Global Innovation Index
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICEI	Indicador Composto Estadual de Inovação
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INMETRO	O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INED	Instituto Nacional de Educação a Distância
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
INSEAD	Institut européen d'administration des affaires
IPA	Instituto Agrônomo de Pernambuco
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OCTI	Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação (OCTI)
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PINTEC	Pesquisa de Inovação
RAIS	Relação Anual das Informações Sociais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI	Serviço Social da Indústria
SI	Sistema de Inovação
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SRI	Sistema Regional de Inovação
SSI	Sistema Setorial de Inovação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento
WIPO	World Intellectual Property Organization

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1 Objetivos de pesquisa</b> .....	20
1.1.1 OBJETIVO GERAL .....	20
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>1.2 Estrutura da dissertação</b> .....	22
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	23
<b>2.1 Inovação</b> .....	23
<b>2.2 Indicadores de CT&amp;I</b> .....	34
2.2.1 EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL .....	38
2.2.2 EXPERIÊNCIA NACIONAL .....	49
<b>2.3 Considerações do Referencial Teórico</b> .....	55
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	57
<b>3.1 Delineamento de pesquisa</b> .....	57
3.1.2 DELIMITAÇÃO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	58
2.2.2 MÉTODO, COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	59
<b>3.2 Pesquisa bibliográfica</b> .....	60
<b>3.3 Pesquisa Empírica</b> .....	62
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	66
<b>4.1 Estrutura do Índice de Ciência, Tecnologia e Inovação</b> .....	66
<b>4.2 Construção do Índice e análises de robustez e sensibilidade</b> .....	95
<b>4.3 Desempenho das Unidades Federativas do Nordeste</b> .....	111
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	132
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	137

## 1. INTRODUÇÃO

A busca pela competitividade é acompanhada por diversos desafios que acabam por acelerar a elaboração de estratégias – principalmente aquelas voltadas à inovação – com vistas ao desenvolvimento socioeconômico nacional e regional. A Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) são reconhecidas, nesse sentido, como direcionadores do progresso na medida em que se posicionam no centro da dinâmica do sistema econômico e compreendem um conjunto de elementos concernentes ao desenvolvimento.

Com os avanços teóricos e o crescente reconhecimento da importância da inovação para o desenvolvimento socioeconômico dos países e regiões, surgiram diferentes interpretações sobre o fenômeno. A inovação, que anteriormente era concebida unicamente como um processo de descoberta de novos princípios técnicos e científicos empreendido pela ação de um agente individual, passou a ser interpretada como um processo não linear que envolve um conjunto de interações complexas existentes entre indivíduos, empresas e organizações, nos níveis local, nacional e mundial, voltadas à busca de novos conhecimentos (FREEMAN, 1987).

A perspectiva sistêmica, atribuída ao processo de inovação na concepção de Sistemas de Inovação, depreende a necessidade de uma ação coordenada entre os diversos atores que possuem distintos interesses, posições de poder e recursos, a exemplo das universidades, empresas, instituições de ciência e pesquisa, instituições financeiras, órgãos governamentais, dentre outros. A heterogeneidade existente entre os atores se constitui como um desafio para a sistematização, uma vez que torna ainda mais complexo os processos de interação e convergência. No entanto, a interação entre os atores é essencial para impulsionar a formação do conhecimento e, posteriormente, da inovação. Os quais, por sua vez, são necessários para a geração de riqueza e crescimento econômico nas economias nacionais (RUFFONI; MELO; SPRICIGO, 2021).

Há de se destacar que a concepção sistêmica oferece importantes avanços para a compreensão dos processos de geração e difusão da inovação, uma vez que pressupõe uma rede de instituições de CT&I públicas e privadas, que atuam e interagem de modo a criar, modificar, e difundir novas tecnologias (FREEMAN, 1987). Assim, entende-se que as relações entre os atores econômicos, políticos e sociais, assim como as condições culturais e institucionais, influenciam na capacidade inovativa dos países e regiões. Destacam-se, pois, as instituições educacionais, de financiamento e de ciência e tecnologia que contribuem para a criação de um ambiente favorável à inovação (SZAPIRO; MATOS; CASSIOLATO, 2021). As políticas públicas, no que lhe concerne, têm um importante papel na construção e ampliação das

capacidades tecnológicas, atuando tanto na geração de incentivos para as empresas, quanto para a constituição e consolidação de um sistema de CT&I.

No entanto, é notória a complexidade associada à ocorrência da inovação, uma vez que se trata de um longo percurso, o qual envolve, inicialmente, o processo de invenção, que está relacionado ao desenvolvimento científico, até o momento pelo qual se sucede de fato a inovação. Nesse ínterim, há de se citar, ainda, o processo de difusão que circunda uma miríade de fatores, dentre os quais estão os empresariais, estruturais e sistêmicos (RAPINI *et al.*, 2021).

Assim, nas últimas décadas, esforços envolvendo uma série de atores resultaram em avanços teóricos e conceituais que contribuíram para a atual compreensão dos elementos que constituem e contribuem para a ampliação do fenômeno da inovação. Nesse cenário emerge uma discussão acerca da necessidade de mensurar e avaliar o desenvolvimento inovativo das empresas, bem como dos países e regiões; de modo a acompanhar o impacto das políticas, o cumprimento das agendas, identificar as lacunas existentes nos processos inovativos e a necessidade de novas políticas. Coloca-se, portanto, em eminência os indicadores de CT&I.

Os indicadores de CT&I são relatados como instrumentos essenciais, uma vez que, além de significarem estatísticas consolidadas para a avaliação do nível de desenvolvimento de CT&I e monitoramento de políticas públicas, podem retratar a situação dos sistemas inovativos contribuindo para a construção de políticas direcionadas ao desenvolvimento socioeconômico e científico dos países e regiões.

Inicialmente, os indicadores eram restritos a C&T e estavam orientados à mensuração dos recursos humanos e financeiros direcionados a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no contexto empresarial. Por volta da década de 1980 os indicadores passaram a abranger os impactos da C&T através de métricas como patentes, balanço de pagamentos tecnológico, bibliométricos e recursos humanos em C&T. Foi a partir da década de 1990 que a inovação passou a ser diretamente incorporada aos indicadores, sendo direcionada aos impactos das inovações nas empresas. Ainda nessa década, foram desenvolvidos diversos manuais que apresentavam diretrizes metodológicas, sinalizando para a importância da padronização dos procedimentos de coleta e interpretação de dados referentes à CT&I, a exemplo do Manual de Balanço de Pagamentos Tecnológicos (1990), Manual de Oslo (1992), Manual de Patentes (1994) e o Manual de Canberra (1995).

Nesse contexto, vale destacar a atuação da Fundação Nacional da Ciência (FNC), da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e da Comissão Europeia que tiveram uma decisiva participação para a sistematização conceitual e metodológica e para a padronização dos indicadores de CT&I a nível internacional.

A partir dos anos 2000, surgiram metodologias de compilação que propõem agregar os indicadores de CT&I em um mesmo índice, com o intuito de monitorar o desempenho inovativo dos países e acompanhar o alcance das metas estabelecidas. Nesse modelo, a mensuração ocorre a partir da compilação de uma série de indicadores, divididos em dimensões e pilares que tornam possível avaliar os aspectos multifacetados da inovação. Os Índices são ferramentas práticas que podem auxiliar os tomadores de decisões e os formuladores de políticas a resumir fenômenos complexos e interdependentes.

No ano de 2008, a OCDE e a Comissão Europeia, em conjunto, apresentaram um manual contendo uma diretriz metodológica para a construção de indicadores compostos, denominado *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. O manual compreende recomendações sobre como delinear, desenvolver e divulgar os indicadores compostos, e tem como objetivo identificar e evitar problemas comuns no processo de construção. Para isso, a metodologia proposta é composta por dez passos que, inicialmente, compreendem o processo de escolha da estrutura de indicadores. Após a escolha dos indicadores que irão compor o Índice, são recomendados procedimentos estatísticos que, em geral, possibilitam uma maior robustez e representatividade ao Índice. Por fim, sugere-se a disseminação, de forma mais transparente possível, do processo de construção e dos resultados encontrados (OCDE, 2008). O objetivo principal do Manual é estabelecer uma padronização no processo de construção de Indicadores Compostos, de modo a diminuir equívocos na formulação e interpretação dos Índices.

As experiências internacionais evidenciam que países que detêm uma consolidada sistematização dos indicadores e metodologias de mensuração de CT&I possuem, como resultado, um conjunto de políticas públicas que atuam no direcionamento de recursos humanos e financeiros para o desenvolvimento nacional e regional. Assim, é possível afirmar que os indicadores, além de permitirem a avaliação de políticas públicas, oferecem informações importantes aos diversos atores constitutivos dos sistemas inovativos para a formulação de políticas específicas a cada contexto. No entanto, apesar da reconhecida importância desses indicadores, é comum que países em desenvolvimento sofram com a baixa sistematização desses indicadores devido a diversos fatores históricos e estruturais.

O Brasil, assim como a maioria dos países em desenvolvimento, é caracterizado pela baixa sistematização metodológica e estatística desses indicadores. É possível verificar que não há uma periodicidade de publicações das estatísticas de CT&I por parte do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC). Além disso, há uma escassez de indicadores consolidados internacionalmente. Isso se torna mais evidente quando se faz um

recorte estadual, uma vez que o Brasil possui uma grande extensão territorial que promove diferenças extremas entre as regiões e estados – devido a aspectos históricos, os estados e regiões se desenvolveram de maneira excessivamente heterogênea, o que torna ainda mais complexo o processo de avaliação. Dessa forma, faz-se necessário desenvolver indicadores de CT&I que considerem as diferenças e peculiaridades regionais inerentes ao contexto brasileiro.

Partindo dessa premissa, Silva, Quintino e Santana (2018), Silva, Neto e Reis (2019), Gonçalves e Santana (2020) e Beneli, Carvalho e Furtado (2022) agregaram indicadores de CT&I em um mesmo Índice para o recorte estadual. Esses estudos partem da premissa de que agregar indicadores de CT&I é contributivo para a avaliação da inovação em um recorte estadual. Os estudos utilizam metodologias distintas para a agregação dos indicadores e apresentam diferenças quanto aos procedimentos realizados, bem como ao lócus de pesquisa.

O índice proposto por Silva, Quintino e Santana (2018) e Gonçalves e Santana (2020), buscam capturar o desenvolvimento inovativo a nível regional. No entanto, os indicadores utilizados para compor os sistemas de mensuração não refletem o fenômeno em seu nível de complexidade, tendo em vista a sua composição reduzida e ausência de indicadores consolidados internacionalmente. Ademais, tais modelos não apresentam uma padronização metodológica na construção do índice. Assim, a presente pesquisa busca superar essas limitações no processo de construção do Índice, evitando erros e imprecisões metodológicas no processo de construção e interpretação do Índice a partir da utilização da metodologia proposta pela OCDE (2008).

Destaca-se o estudo de Beneli, Carvalho e Furtado (2022) que utilizou uma metodologia supracitada, buscando superar as lacunas existentes no sistema estatístico do Brasil. Os autores propuseram uma compilação de Indicadores de CT&I, como os indicadores de recursos humanos e financeiros em C&T, de inovação, de propriedade industrial, disponibilizados nos portais dos órgãos públicos, para a construção de um Indicador Composto Estadual de Inovação – ICEI. Para a avaliação das Unidades Federativas, esforços foram direcionados a fim de captar uma série de dados, considerando o recorte estadual para a constituição dos indicadores de CT&I e, posteriormente, do índice.

No entanto, devido à natureza dos dados que advêm de fontes distintas e, conseqüentemente, apresentam diferenças estruturais, obstáculos foram enfrentados na criação de uma série anual que abarcasse todas as Unidades Federativas do país. Em vista disso, determinadas Unidades Federativas foram incorporadas de forma agregada, como nos casos de algumas Unidades Federativas das regiões Norte e Nordeste, nos quais alguns dos dados individuais estavam ausentes. No caso específico da região Nordeste, foram analisados apenas

os estados de Pernambuco e Ceará; as demais Unidades Federativas foram agregadas nas unidades “Demais Nordeste”, isto é, não foi possível avaliar as Unidades Federativas de forma individual e, por conseguinte, avaliar as forças e fragilidades de seus respectivos sistemas de inovação.

À vista disso, a presente pesquisa busca preencher essa lacuna ao analisar as Unidades Federativas da região Nordeste, levando em consideração as características particulares da região, bem como os dados disponíveis para o recorte estadual, tornando possível a avaliação do desempenho inovativo das respectivas Unidades Federativas para a realidade na qual estas estão inseridas.

Além disso, compreende-se que capacidade inovativa de uma região reflete condições culturais e históricas próprias, uma vez que diferentes contextos – e, conseqüentemente, diferentes sistemas cognitivos e regulatórios que conduzem o modo pelo qual a articulação e os processos de aprendizagem se dão – sucedem distintos processos de geração, assimilação, utilização e acúmulo dos conhecimentos (CASSIOLATO; LASTRES, 2017).

Neste caso específico, o Nordeste, desde a derrocada do período colonial e, em específico, da economia açucareira, está em descompasso em relação às demais. A partir do início do século XXI, a economia da região conheceu avanços significativos. Políticas de renda, crédito, emprego e investimentos em infraestrutura levaram o Nordeste a apresentar, entre 2000 e 2011, um desempenho econômico superior à média nacional, com um crescimento do PIB, em média, de 4,2% ao ano, contra 3,5% do país. O destaque vai para as políticas de valorização do salário mínimo, apoio a setores produtivos locais (como o amparo à agricultura familiar), políticas de distribuição de renda (em especial, a amarração intersetorial garantida pelo bolsa família), investimentos em infraestrutura, estratégias de convivência com o semiárido (como a construção de cisternas e a transposição do rio São Francisco) e o incremento de políticas de educação, ciência e tecnologia (como a pulverização de instituições federais de ensino por toda a região) (CAVALCANTE, 2011).

Entretanto, especialmente no que tange à base científica e tecnológica da região, as novidades trazidas no início deste século não foram suficientes para transformar radicalmente o quadro nordestino. Não foram suficientes para eliminar lacunas históricas da região em termos de acúmulo, densidade e qualidade. Isso reitera o desafio representado pelo desenvolvimento científico e tecnológico do Nordeste, convocando a os interessados no tema à renovação dos esforços de compreensão e intervenção na região, com o objetivo de superar desafios e estigmas históricos (CGEE, 2014).

Diante disso, esta pesquisa parte do entendimento de que, além de desenvolver metodologias de compilação e agregação de indicadores para avaliar o desenvolvimento inovativo das regiões, é necessário compreender quais elementos – sejam eles econômicos, institucionais, históricos ou culturais – estão contribuindo para gerar os resultados encontrados, uma vez que os indicadores isoladamente não visam refletir as especificidades históricas, institucionais e culturais que compõem uma região e influenciam o seu desenvolvimento.

Parte-se da compreensão de que o processo de desenvolvimento não é linear nem sequencial, envolvendo especificidades locais em diversas dimensões, sejam políticas, econômicas, históricas ou culturais. A definição de políticas adequadas à promoção do desenvolvimento, por sua vez, deve levar em consideração a história e as características sociais, políticas, produtivas e institucionais locais. (SZAPIRO; MATOS; CASSIOLATO, 2021).

Compartilhando dessa compreensão, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGGE) reconhece que compreender a dinâmica dos sistemas de inovação e mensurar os elementos concernentes ao seu desenvolvimento é de elevada relevância, sobretudo para um país como o Brasil que apresenta expressivas diferenças estruturais entre as regiões e Unidades Federativas. Essa heterogeneidade – e a grande desigualdade entre as regiões – dificulta o processo de construção e implementação de políticas direcionadas a CT&I, tornando-se necessária a construção de mecanismos que permitam a compreensão dos elementos característicos a cada região de modo a permitir a construção de uma política que atenda as reais necessidade e especificidades regionais (CGEE, 2021<sup>a</sup>).

Assim, essa pesquisa parte da premissa de que a utilização de um índice de Ciência, Tecnologia e Inovação permite a compilação de informações relevantes para a compreensão das especificidades regionais, de modo a oferecer subsídios às instituições de CT&I para que estas possam avaliar e redefinir suas políticas a partir das fragilidades e lacunas existentes.

Para isso, foi realizada uma pesquisa de natureza quantitativa, na qual foi proposto um índice de Ciência, Tecnologia e Inovação para o recorte estadual, que foi construído a partir da metodologia de compilação e agregação proposta pela OCDE (2008). Para a proposição do índice, esforços foram empreendidos para a identificação dos indicadores utilizados nas experiências nacionais e internacionais adequados ao contexto estudado. Através do Índice, as Unidades Federativas foram ranqueadas e analisadas de modo a indicar as forças e fragilidades de cada sistema de inovação. A pesquisa quantitativa se justifica uma vez que possibilita a avaliação do desenvolvimento inovativo a partir de dados oficiais já consolidados e, além disso, possibilita a aplicação das técnicas necessárias para o desenvolvimento do Índice.

A partir da contextualização e premissa apresentadas, coloca-se o seguinte problema de pesquisa: Como mensurar a Ciência, Tecnologia e Inovação das Unidades Federativas do Nordeste brasileiro, a partir da utilização de um Índice sintético de inovação, de maneira que permita compilar informações relevantes para a compreensão das fragilidades e lacunas existentes?

## **1.1 Objetivos de pesquisa**

### **1.1.1 OBJETIVO GERAL**

Propor um Índice sintético de inovação que permita mensurar a Ciência, Tecnologia e Inovação das Unidades Federativas do Nordeste brasileiro, de modo a compilar informações relevantes para a compreensão das fragilidades e lacunas existentes.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1) Mapear os dados disponíveis nas bases de dados que compilam informações da área de CT&I no contexto dos estados do Nordeste brasileiro;
- 2) Propor um sistema de indicadores para a composição do índice a partir de um mapeamento dos indicadores de CT&I utilizados nas experiências nacionais e internacionais;
- 3) Aplicar a metodologia de construção de indicadores compostos proposta pela OCDE (2008) para a construção do índice;
- 4) Classificar os estados do Nordeste de acordo com o seu desempenho, avaliando as distintas dimensões do processo inovativo;

## **1.2 Estrutura da dissertação**

O presente trabalho será executado em cinco capítulos, incluindo o que é composto por esta introdução, o primeiro capítulo que apresenta o tema abordado, bem como problema, objetivos e justificativa do estudo. O segundo capítulo, por sua vez, é composto pelo referencial teórico que fundamentou o estudo, com ênfase nos seguintes conceitos-chave: (1) Inovação, (2) Sistemas de Inovação e (3) Indicadores de CT&I. No terceiro capítulo, foram descritos os procedimentos metodológicos escolhidos para a realização da pesquisa, como a abordagem metodológica e os procedimentos de coleta e análise dos dados. No quarto capítulo foram apresentados os dados coletados e os procedimentos para a construção, agregação e compilação dos indicadores. Além disso, foram apresentados os principais resultados de acordo com as

dimensões analisadas e, posteriormente, realizado o ranqueamento das Unidades Federativas estudadas a partir da utilização do Índice. Por fim, no capítulo cinco foram apresentadas as conclusões a respeito do estudo realizado.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção tem como objetivo apresentar os principais conceitos e discussões acerca da temática de Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Para isso, inicialmente, é apresentada a evolução conceitual do fenômeno inovação. Posteriormente, é dada ênfase à concepção de Sistemas de Inovação que fundamentou a execução desta pesquisa. Por fim, é introduzida a discussão acerca dos Indicadores de inovação, apresentando sua evolução, bem como as experiências nacionais e internacionais na criação de indicadores de CT&I.

### 2.1 Inovação

Em um cenário de constantes mudanças, a inovação tornou-se elemento chave para a sobrevivência e progresso das nações. A ciência e a tecnologia são reconhecidas, nesse sentido, como as bases e os meios que possibilitam e condicionam a inovação. No entanto, o debate acerca da inovação é marcado por uma diversidade teórica e apresenta uma série de enfoques que se relacionam diretamente a diferentes contextos e circunstâncias.

Para Moser, Oliveira e Bueno (2018) o termo “inovação” tem sido utilizado, por vezes, de forma imprudente. Redman (2020) afirma que o conceito de inovação é nebuloso e, ao mesmo tempo, tão enganosamente simples que sua conceituação passou a ser utilizada em diversos contextos. A amplitude do fenômeno inovação favorece o surgimento de novas conceituações ligadas à inovação que, habitualmente, expandem concepções bem estabelecidas da literatura ou, ainda, fornecem conceituações novas e mais complexas. É possível identificar inúmeros usos teóricos e ideológicos que foram concebidos para refinar a ideia de inovação e dar à sua aplicação algum grau de exclusividade.

Inicialmente, o conceito de inovação teve grande influência de Schumpeter – considerado um dos fundadores do pensamento evolucionário no domínio da teoria econômica – que evidenciou o papel da Inovação na dinâmica do sistema capitalista ao introduzir a noção de que a dinâmica capitalista é intrínseca ao processo de “destruição criadora” em que as inovações transformam as estruturas do sistema.

A partir de tal concepção, o desenvolvimento econômico está condicionado à introdução de inovação – novas formas de combinação dos meios de produção disponíveis – por parte dos empresários que, por sua vez, estão motivados pela obtenção do lucro. Esse movimento, por sua vez, condiciona o desenvolvimento econômico das nações.

A inovação, a partir da visão schumpeteriana, é um processo endógeno à empresa, essencial na sua dinâmica concorrencial, sendo a principal força econômica de mudança; diz

respeito a novas combinações de recursos já existentes com vistas a produção de novos bens, novas formas – e mais eficientes – de produção, ou, ainda, para vislumbrar novos mercados e posições. Schumpeter (1982) define cinco tipos de inovação, a saber:

1. Novos produtos, no qual ocorre introdução de um novo bem, ou uma nova apresentação de um bem existente;
2. Novos métodos de produção, quando há uma mudança no padrão de produção ou em uma nova forma de manejo comercial de um produto existente;
3. Novas fontes de matéria-prima, a partir da conquista de uma nova fonte ou, ainda, de bens semimanufaturados criados para um fim em específicos ou já existentes;
4. Exploração de novos mercados, podendo significar a criação de um novo mercado ou a entrada em um ramo específico da indústria de transformação em um mercado pré-existente;
5. Novas formas de organizar as empresas, como a criação ou a fragmentação de uma posição de monopólio.

A partir das contribuições de Schumpeter, a inovação passou a ocupar espaço e reconhecimento na academia, no meio corporativo e nas políticas públicas, sendo reconhecido até os dias atuais como condição básica para o progresso das nações. Para Felipe e Villaschi Filho (2021) uma das contribuições fundamentais de Schumpeter para a discussão sobre inovação é a negação da análise estática no qual acreditava-se que a economia deveria repousar sobre alguma zona de equilíbrio. Schumpeter, ao contrário, evidenciou uma perspectiva dinâmica e evolucionária assumindo a incapacidade da economia, por si só, de explicar as questões ligadas à evolução. Diversos outros autores deram continuidade à concepção dinâmica de inovação, inaugurando, assim, a chamada abordagem neo-schumpeteriana.

Freeman (1984) – considerado um dos fundadores da abordagem neo-schumpeteriana – , ao tratar das diversas possibilidades do fenômeno inovação, propõe uma taxonomia que divide a inovação em quatro grandes grupos: (1) inovações incrementais; (2) inovações radicais; (3) mudanças de sistemas tecnológicos; e (4) as mudanças dos paradigmas técnico-econômico.

Para o autor, as inovações incrementais ocorrem em todas as atividades econômicas de forma relativamente constante, todavia assume diferentes nuances e apresenta diferentes níveis entre setores distintos. Isso ocorre uma vez que estão submetidas a diferentes características que exercem influência direta sobre o setor e sobre a forma como a inovação se desenvolve neste, a exemplo dos fatores socioculturais, oportunidades e trajetória tecnológica. As

inovações radicais, por sua vez, ocorrem de forma descontínua e provocam um rompimento com as trajetórias existentes, além disso, tendem a criar problemas de ajustamentos estruturais, exigindo novos tipos de capital, novas habilidades e mudanças a nível institucional. As mudanças de sistemas tecnológicos ocorrem pela introdução das inovações frutos de combinações entre inovações radicais e incrementais, podendo ser de caráter tecnológico, mas, também, organizacionais e administrativas. As mudanças de paradigma técnico-econômico – as chamadas revoluções tecnológicas – ocorrem a partir da combinação de inovações radicais, incrementais e novos conjuntos de sistemas tecnológicos e possuem um longo alcance e seus efeitos exercem grande influência sobre a economia por um longo período. Nesse tipo de mudanças são necessários ajustes estruturais e institucionais

Para Felipe e Villaschi Filho (2021), as inovações incrementais, apesar de serem extremamente importantes para o aumento da produtividade, não promovem efeitos dramáticos sobre o sistema econômico. Ao contrário das inovações radicais que, ao provocar mudanças extremas, desencadeiam saltos de produtividade e promovem o desenvolvimento de novos materiais, novos produtos e novos serviços.

A partir dessas conceituações seminais, o conceito de inovação foi adquirindo novas versões. O Manual de Oslo, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), – principal guia utilizado nas pesquisas de inovação – percebe a inovação como um fenômeno complexo e diversificado que só pode existir em virtude da interação entre vários componentes. A primeira edição do Manual de *Oslo* foi publicada em 1992 e abordou a inovação com foco na indústria manufatureira (OCDE, 1992). A segunda edição, publicada em 1997, apresentou uma atualização dos conceitos, definições e metodologias de modo a fornecer uma maior compreensão do processo de inovação. Além disso, a edição incorporou novas diretrizes que consideravam a inovação no setor de serviços (OCDE, 1997). Todavia, as duas primeiras edições do manual limitavam a inovação a produtos e processos tecnológicos.

Foi, então, na terceira edição que se passou a incluir inovações sem necessariamente ter um componente tecnológico. Além disso, a definição de inovação passou a incluir dois tipos complementares: inovação organizacional e inovação de marketing (OCDE, 2005). É importante ressaltar que a terceira edição evidenciou o papel da interação a partir das articulações entre empresas e instituições no processo de inovação e reconheceu a grande importância da inovação em indústrias tradicionalmente menos intensivas em P&D.

A última revisão do Manual de Oslo, publicada em 2018, reflete a evolução contínua sobre a natureza da inovação e como ela ocorre. Um dos principais objetivos desta revisão foi abordar algumas lacunas e questões pendentes das edições anteriores, como questões sobre o

papel da inovação e sobre o papel das políticas e como estas podem influenciá-la (OCDE, 2018). Além disso, atualiza e simplifica definições principais e taxonomias, fornece um quadro conceitual e uma definição geral de inovação aplicável a todos os setores da economia.

A definição geral apresentada pela edição é aplicável a todos os setores da economia, como empresas, governo, instituições sem fins lucrativos que atendem famílias e empresas familiares:

Uma inovação é um produto ou processo novo ou melhorado (ou combinação dele) que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores da unidade e que foi disponibilizado para potenciais usuários (produto) ou trazido em uso pela unidade (processo) (OCDE, 2018, p. 20, tradução nossa).

A terminologia “unidade” é utilizada para caracterizar o agente que detém a responsabilidade sobre as inovações, podendo ser representada por qualquer unidade institucional em qualquer setor, incluindo famílias e membros individuais.

Outra diferenciação às edições anteriores diz respeito a redução na complexidade da definição anterior baseada em listas de quatro tipos de inovação (produto, processo, organizacional e marketing), para dois tipos principais: (1) inovações de produtos, abrangendo um bem ou serviço novo ou melhorado, e (2) inovações em processos de negócios, que inclui processos novos ou melhorados para uma ou mais funções de negócios inseridas na organização. Apesar da mudança, de acordo com o manual, esta taxonomia mapeia razoavelmente bem as categorias de processos, marketing e inovações organizacionais da edição anterior.

Para a última edição deste manual, os principais componentes do conceito de inovação incluem (1) o papel do conhecimento como base para inovação, (2) a noção de novidade e utilidade, (3) implementação e (4) a criação ou preservação de valor como o objetivo presumido de inovação. Esses elementos podem servir, ainda, para orientar a mensuração da inovação.

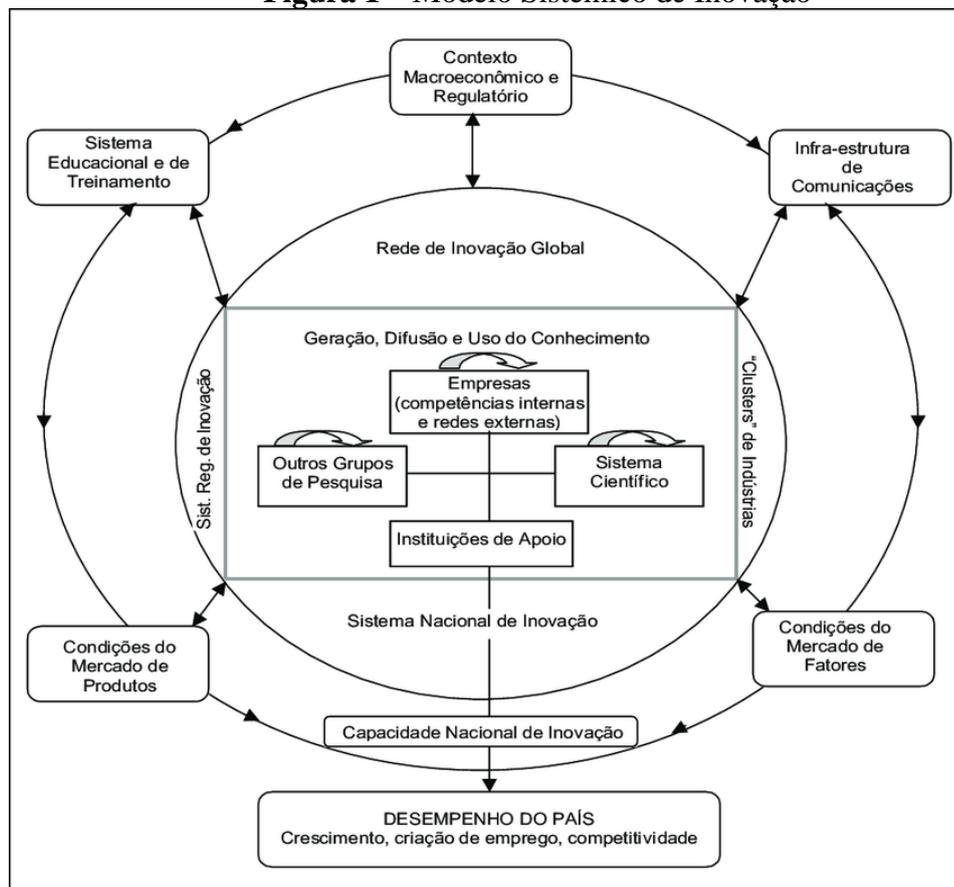
A partir deste entendimento, Kiselakova *et al.* (2020) afirmam que a inovação é considerada como um motor econômico fundamental da produtividade e do desenvolvimento tecnológico. Além disso, enfatizam o papel da CT&I como potencial motor significativo para o desenvolvimento social e econômico.

O papel da inovação para o crescimento econômico e desenvolvimento das nações parece ser consenso na literatura. Todavia, durante o decorrer dos anos, o entendimento acerca do processo de inovação apresentou diversas interpretações. Essas interpretações geraram modelos de inovação que serviram como base para uma série de políticas de CT&I, como também para a avaliação e monitoramento do desenvolvimento inovativos das regiões.

Com o desenvolvimento das pesquisas na área, fortaleceu-se o entendimento de que a inovação não é um processo linear e sequencial, ao contrário, envolve a interação entre uma série de atores que resultam em processos de aprendizagem. A partir desse entendimento, surge a concepção sistêmica da inovação (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993; OCDE, 1997). A abordagem sistêmica da inovação, que constitui a quinta geração, passou a ser disseminada a partir da década de 1990 e é dominante até os dias atuais. Similarmente ao modelo de Elo em cadeia, considera a interação entre os diversos componentes do processo inovativo, todavia evidencia os fatores organizacionais, institucionais e econômicos, de forma simultânea.

Este modelo parte da premissa de que as empresas não inovam isoladamente, mas, ao contrário, o fazem inseridas em um contexto de redes de relações com outros atores, como empresas, instituições de apoio e governo. Ademais, considera que o processo inovativo ocorre dentro de um contexto macroeconômico que exercem forças regulatórias e normativas, conforme a figura 1.

**Figura 1 – Modelo Sistêmico de Inovação**



Fonte: OCDE (1999)

Este modelo evidencia que as empresas e os mercados competitivos isoladamente não são suficientes para garantir o processo de inovação. Além disso, os sistemas apresentam características e comportamentos dinâmicos que garantem uma maior adaptação às constantes mudanças contextuais que ocorrem a partir da noção de destruição criadora.

Nesta abordagem, a inovação possui uma natureza sistêmica uma vez que resulta de relacionamentos complexos entre os atores do sistema; e evolutiva porque implica uma interação contínua de atividades que abarcam os processos de difusão, absorção e uso da inovação (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993; COOKE *et al.*, 1997).

Amitrano *et al.* (2018) afirmam que esta perspectiva está centrada nas atividades e nas interações dos atores envolvidos no processo inovativo, tendo a tecnologia como central na determinação dos limites do sistema e na forma pela qual a transferência de conhecimento é determinada. Em consonância, Ortega e Sena (2020) defendem que para entender a inovação em nível sistêmico, é importante considerar a inovação como um fenômeno conectado e complexo no qual o contexto, as interações entre as partes e as variáveis organizacionais afetam claramente os resultados da inovação.

A terminologia “sistema” não se refere a algo projetado ou construído, ao contrário, refere-se a um conjunto de instituições cujas interações determinam o desempenho inovador (NELSON, 2006). Nesse sentido, vale ressaltar que esses sistemas não são construídos intencionalmente e as empresas que o compõem nem sempre trabalham de forma harmônica. Assim, a ideia de “sistema” deve ser pensada como sendo um conjunto de atores diferentes que atuam de modo a influenciar significativamente a performance inovadora.

Para Han, Min Yoo e Kwak (2020), o cerne desta abordagem é o *networking* e consequente aprendizado interativo, na medida em que proporciona um ambiente propício a cooperação e a aprendizagem organizacional entre os atores institucionais através da rede – fator apontando como determinante para o aumento da capacidade tecnológica de um SI.

O conjunto de atores institucionais que compõem o SI podem envolver universidades, institutos de pesquisa, empresas, agências governamentais e intermediários que são responsáveis por diferentes papéis. As universidades e instituições de pesquisa, com consolidado sistemas de pesquisa e recursos de inovação suficientes, assumem o papel de criação de conhecimento; as empresas, como participantes centrais dos sistemas de inovação, assumem um papel maior na transferência de conhecimento em inovação; e o governo e os intermediários são responsáveis por proporcionar um ambiente adequado para a inovação regional (YI; DEZHI; WEN, 2020). Além disso, os SI envolvem todo um sistema educacional,

os setores industriais e produtivos e as instituições financeiras (HAN; MIN YOO; KWAK, 2020).

A partir dessa compreensão, autores neo-schumpeterianos (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993) introduziram o conceito de Sistema Nacional de Inovação. Vale ressaltar que a ideia de sistema de inovação não era exatamente nova. O próprio Freeman sublinhou que o conceito anterior de Frederich List (1841), em seu livro “Sistema Nacional de Economia Política”, contemplava os elementos essenciais incorporados no que seria conhecido como SNI. Além disso, em consonância com as perspectivas evolucionárias e sistêmicas, o autor aponta a importância das instituições, da construção de capacitações e da geração, acumulação e difusão de conhecimentos para o processo de desenvolvimento econômico de cada nação.

Para Albuquerque (1996) o Sistema Nacional de Inovação pode ser conceituado como uma construção institucional que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas. Além disso, é através da construção desse sistema que se torna possível o estabelecimento de fluxos de informação necessários para o processo de inovação. Lundvall (2004) destaca que o conceito de SNI é contributivo na medida em que rompe com a visão estática da economia, e com as limitações desta visão, ao analisar o crescimento econômico e as políticas direcionadas ao desenvolvimento da inovação, focando, sobretudo, na diversidade e no papel dos investimentos intangíveis para os processos de aprendizagem.

A vista disso, Freeman e Soete (1997) apontam para a necessidade de investimentos públicos em direção a multiplicidade de atores e atividades que permeiam o SNI, a saber: *i*) pesquisa básica, sobretudo no contexto das universidades; *ii*) tecnologias e sua difusão, principalmente as tecnologias de informação e comunicação; *iii*) infraestrutura, a exemplo de banco de dados e outros serviços informacionais. Esses elementos podem ser observados nos esforços das nações em investir na integração entre os ambientes de ciência, tecnologia e inovação, instituições científicas e tecnológicas e segmentos empresariais. Todavia, de acordo com Marques, Sbragia e Faria (2017), para que essas políticas tenham impactos positivos são necessários estudos que analisem as peculiaridades de cada SNI.

Nesse sentido, é importante ressaltar que a concepção de Sistema de Inovação é dependente do contexto no qual está inserido, uma vez que os seus componentes se encontram embutidos socialmente, economicamente, politicamente e culturalmente. Em outras palavras, cada contexto apresenta suas especificidades em termos de valores, relações, experiências, competências e conhecimento que devem ser considerados na construção e implementação de políticas públicas, bem como na avaliação e monitoramento.

É nesse sentido que Cooke (2006) apresenta o conceito de Sistema Regional de Inovação (SRI), partindo da ideia de que o processo de inovação é fortemente localizado. Esse entendimento se dá a partir da noção neo-schumpeteriana de que a inovação é processo localizado, fundamentalmente social e enraizado culturalmente. Desse modo, as especificidades locais e regionais conferem características diferentes às formas em que a pesquisa, a experiência prática e o processo produtivo interagem. Além dessas características regionais, soma-se a heterogeneidade estrutural da base produtiva resultado da evolução de processos históricos (FURTADO, 1964)

Para Ortega e Sena (2020) o objetivo central do SRI é melhorar o desempenho inovativo da região. O desempenho inovativo, para Cooke et al. (1997), é a soma dos resultados da inovação das organizações dentro do sistema. De acordo com Han, Min Yoo e Kwak (2020) para alcançar uma cooperação efetiva, vários atores de inovação devem ser geograficamente adjacentes, e cada ator de inovação deve ser apoiado na formação de um *network*.

Além da dimensão nacional e regional, outro recorte foi apresentado e tem sido muito utilizado na abordagem de sistemas de inovação: o Sistema Setorial de Inovação (SSI). O SSI foi apresentado por Malerba (2002) a partir das contribuições de Nelson e Winter (1982). Assim como as abordagens anteriores, o SSI foca na maneira pela qual uma multiplicidade de atores interage nos processos de aprendizagem e inovação, influenciando a dinâmica de transformação e o desempenho do sistema. No entanto, diferentes regimes tecnológicos (condições de oportunidades tecnológicas; conjunto de conhecimentos necessários para inovar; acessibilidade dos conhecimentos) exercem grande influência na dinâmica evolucionária setorial (MALERBA, 2002).

Para Malerba (2004), dentre as diversas vantagens desta abordagem, destaca-se a melhoria da compreensão acerca da estrutura e dos limites setoriais, dos agentes e suas interações, dos tipos de transformações setoriais, dos processos de aprendizagem e inovações típicos de cada setor, e dos fatores que diferenciam a performance de empresas e países em um setor (MALERBA, 2004)

Para Abiodun et, al. (2017) quer se adote uma perspectiva setorial, regional ou nacional, o objetivo geral, em qualquer estudo de sistemas de inovação, é compreender o que funciona e o que não funciona, no interesse do desenvolvimento econômico e descobrir as condições nas quais a inovação ocorre, dado um determinado contexto macroeconômico.

No quadro 2 é apresentado uma síntese das abordagens de Sistemas de Inovação.

**Quadro 2 – Principais diferenças entre as abordagens de Sistemas de Inovação**

<b>Abordagem</b>	<b>SNI</b>	<b>SRI</b>	<b>SSI</b>
<b>Principais teóricos</b>	Freeman (1987); Lundvall (1992); Nelson (1993)	Cooke <i>et al.</i> , (1997)	Malerba (2002)
<b>Nível de análise</b>	Nacional	Sub-nacional e supranacional.	Setorial
<b>Principais atores</b>	Universidades, Instituições políticas e indústria	Clusters industriais e instituições de apoio.	Empresas

Fonte: Elaboração própria (2023)

Comum a todos os conceitos de sistemas de inovação é a centralidade do conhecimento e da interação entre distintos atores como um recurso vital para a inovação e a criação, difusão e utilização da inovação. Particularmente, em consonância com os objetivos pretendidos por essa pesquisa, adota-se a abordagem de Sistema Regional de Inovação, dado o recorte regional empreendido por esta pesquisa.

Assim como os demais conceitos de Sistema de Inovação, o SRI reconhece a existência de inúmeras conexões que influenciam o desenvolvimento do sistema, sendo seu principal objetivo ampliar a competitividade e eficiência regional. O foco na territorialidade, evidenciada por esta abordagem, deposita uma fundamental importância a elementos que apresentam raízes regionais e culturais, uma vez que o SRI é constituído por um conjunto de distintos atores que compartilham de ambiente institucional e que estão sistematicamente envolvidos em processos de aprendizagem e inovação.

Dessa maneira, um SRI pode ser descrito como um conjunto de atores, públicos e privados, localizados em um determinado espaço geográfico, que compartilham de uma infraestrutura própria – resultado de processos históricos e culturais – e que, em constante interação, atuam na geração e difusão de conhecimentos que servirão como base para processos de inovação.

Para Cassiolato e Lastres (1999), as abordagens que analisam os sistemas de inovação na esfera regional têm como objetivo:

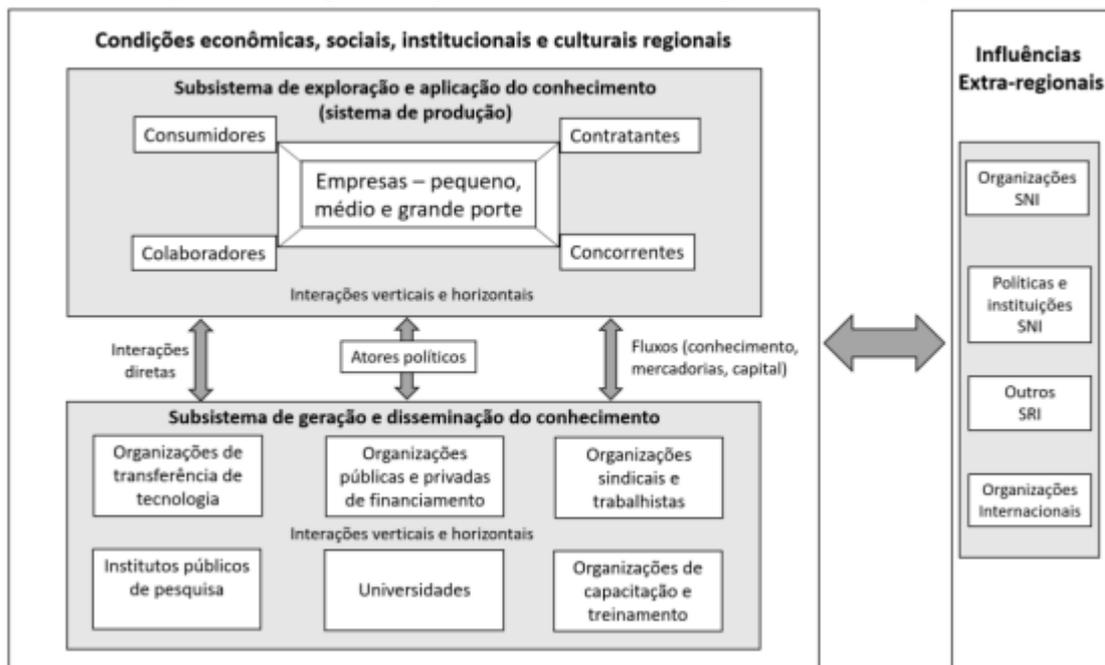
1. Focalizar as inter-relações entre diferentes atores, setores, dimensões e atividades;
2. Analisar o espaço em que ocorre o aprendizado e onde são criadas as capacitações produtivas e inovativas;
3. Estabelecer uma ponte entre o território e as atividades econômicas;
4. Representar o nível em que as políticas de promoção do aprendizado e criação de capacitações produtivas e inovativas podem ser mais efetivas.

Vale destacar que a abordagem de SRI está ancorada nos mesmos pressupostos teóricos/conceituais dos SNI, apresentando, como principal diferença, o foco na dimensão regional. Isto significa posicionar as relações decorrentes da proximidade geográfica, bem como a atuação dos atores institucionais nesse espaço geográfico, no centro da análise do processo inovativo (COOKE, 2004). Garcia (2020), enfatiza, ainda, o foco nos condicionantes organizacionais, sociais e institucionais na interação entre os agentes locais e não-locais.

Para Cooke (2001), o conceito multidimensional de SRI apresenta cinco características principais: (1) regional, que representa o nível meso da unidade política e apresenta uma homogeneidade cultural; (2) a inovação, que pode ser representada pela inserção de novos produtos e processos pelas empresas que compõem o sistema; (3) as redes, que retratam a cooperação entre os distintos atores que compõem o sistema; (4) o aprendizado, resultado da interação entre os atores e que são incorporadas nos processos organizacionais; e, por fim, (5) a interação, que pode ocorrer a partir de encontros formais e informais entre os atores.

A partir da compreensão de tais elementos, Cooke (2004) propôs um *framework* concernente à estrutura do SRI. Para tanto, a representação do SRI fundamentou-se em dois subsistemas principais: o (1) subsistema de aplicação e exploração do conhecimento e o (2) subsistema de geração e difusão do conhecimento, conforme figura 2.

**Figura 2** – Representação de um Sistema Regional de Inovação



Fonte: Garcia et al. (2020)

Vale ressaltar que os subsistemas estão inseridos em um mesmo contexto socioeconômico e cultural e sofrem influência de fatores externos, tais como do SNI e de seus instrumentos de política, de outros SRI, e de instituições e políticas internacionais (ASHEIM; COENEN, 2005; SOUSA JÚNIOR, 2014).

O primeiro subsistema é composto por instituições que atuam na geração e difusão do conhecimento, como instituições mediadoras tecnológicas, instituições mediadoras jurídicas, instituições públicas e organizações não governamentais e instituições de ensino superior. Esse conjunto de instituições constituem a infraestrutura de apoio regional. O segundo subsistema é caracterizado pela exploração e aplicação do conhecimento pelo sistema produtivo local, envolvendo empresas, fornecedores, clientes, colaboradores e competidores, podendo aparecer em forma de clusters industriais. Há, ainda, a presença de esforços de P&D internos às empresas que contribuem para a apropriação do conhecimento. Entre os dois subsistemas há contínuos fluxos e interação de recursos, de capital humano e de conhecimentos que propiciam a criação e difusão de conhecimentos, fortalecendo o SRI (GARCIA *et al.*, 2020).

Em função do caráter contextual inerente ao SRI, diversos outros estudos apresentam distintas tipologias e estruturas para esse sistema (ASHEIM; COENEN, 2005; DOLOREUX, 2002; NIELSEN, 2010; GARCIA; CHAVEZ, 2014), todavia, há o reconhecimento que não existe um modelo universal para SRI uma vez que cada sistema apresenta peculiaridades e características regionais não sendo possível, portanto, um mesmo modelo para todos os sistemas. Assim, deve-se compreender as especificidades dos SRI e a influência dessa para o desenvolvimento socioeconômico regional.

Ainda no que se refere às características estruturais do SRI, Uribe-Gomez et al. (2019) apontam que os SRI possuem dois elementos centrais: 1) forte e densa rede de relações entre atores autônomos e heterogêneos e 2) um nível de competitividade atribuído à coevolução da organização produtiva e à localização de instituições formais e informais dentro do sistema. Dessa forma, para os autores, cada SRI requer um tipo específico de análise e abordagem para defini-lo e descrevê-lo.

Isso se torna ainda mais imprescindível na formulação de políticas com vistas ao desenvolvimento do sistema. Para Kiselakova et al. (2020), é notório que os formuladores de políticas estão dando cada vez mais atenção às questões voltadas à Ciência, Tecnologia e Inovação, uma vez que estão conscientes de que o desenvolvimento inovativo é um fator-chave para o crescimento econômico, fazendo-se necessária a compreensão e avaliação do

desenvolvimento inovativo das regiões e da identificação das lacunas e potencialidades de cada sistema de inovação para a elaboração e monitoramento das políticas de CT&I.

Todavia, devido à natureza complexidade da inovação, e da constante evolução das abordagens e metodologias de mensuração, não há, até o momento, um método único para medir esse fenômeno. Várias são as abordagens e metodologias encontradas na literatura para esse fim, a exemplo dos indicadores e índices de inovação que são capazes de realizar uma medição multifacetada da inovação.

## **2.2 Indicadores de CT&I**

Em meio a profusão de discussões acerca da inovação, um princípio fundamental é que a inovação pode e deve ser medida (OCDE, 2018). A mensuração da inovação pode ajudar os formuladores de políticas a compreender melhor o contexto econômico e social, avaliar a contribuição da inovação para o seu desenvolvimento, e, ainda, monitorar e avaliar a eficácia das políticas. Os indicadores são, nesse sentido, uma ferramenta útil para a avaliação e monitoramento do desenvolvimento da inovação nos Sistemas de Inovação, uma vez que, além de significarem estatísticas consolidadas, podem retratar a situação dos sistemas inovativos, se constituindo, pois, como direcionadores do desenvolvimento socioeconômico e científico dos países e regiões.

De forma geral, um indicador é uma medida quantitativa ou qualitativa derivada de uma série de fatos observados que podem revelar posições relativas em uma determinada área. Quando avaliado em intervalos regulares, um indicador pode apontar a direção da mudança em diferentes unidades e através do tempo (OCDE, 2008). Marques, Sbragia e Faria (2017) afirmam que, embora haja uma série de limitações metodológicas, os indicadores de inovação são a principal fonte de dados para a análise e avaliação da inovação. Para Koeller e Miranda (2021), a escolha dos indicadores de CT&I que serão utilizados para avaliar o nível de desenvolvimento de uma região deve seguir critérios de qualidade de modo a proporcionar uma comparação ao longo do tempo e proporcionar uma comparação entre nações e regiões.

Nas últimas décadas, esforços envolvendo uma série de atores resultaram em avanços teóricos, conceituais e metodológicos acerca dos indicadores de CT&I. Inicialmente, os indicadores, que se fundamentavam em um modelo linear de inovação, eram restritos a C&T e estavam orientados à mensuração dos recursos humanos e financeiros direcionados a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no contexto empresarial e nos impactos da C&T, através de métricas

como patentes, balanço de pagamentos tecnológico, bibliométricos e recursos humanos em C&T.

Na década de 1990 uma série de manuais foram desenvolvidos com o objetivo de oferecer diretrizes metodológicas para a padronização dos procedimentos de coleta e interpretação de dados referentes à CT&I. Dentre os manuais, destacam-se o Manual de Balanço de Pagamentos Tecnológicos (1990), Manual de Oslo (1992), Manual de Patentes (1994) e o Manual de Canberra (1995).

As discussões acerca da mensuração da CT&I não se esgotaram e a partir dos anos 2000, surgiram metodologias de compilação com a proposição de agregar os indicadores de CT&I em um mesmo índice – o qual constitui o objeto de análise deste trabalho. A utilização de apenas um índice foi proposta com o intuito de monitorar o desempenho inovativo dos países e acompanhar o alcance das metas estabelecidas, permitindo, assim, comparações.

Nesse modelo, a mensuração ocorre a partir da compilação de uma série de indicadores, divididos em dimensões e pilares que tornam possível avaliar os aspectos multifacetados da inovação. Os Índices são ferramentas práticas que podem auxiliar os tomadores de decisões e os formuladores de políticas a resumir fenômenos complexos e interdependentes, uma vez que “tal estatística sumária pode de fato capturar a realidade e é significativa, [...] enfatizar o resultado final é extremamente útil para atrair o interesse da mídia e, conseqüentemente, a atenção dos formuladores de políticas” (OCDE, 2008, p. 14, tradução nossa). Apontam, ainda, os prós e contras da utilização de índices, conforme quadro 3.

**Quadro 3 – Prós e Contras da Utilização de Índices**

Prós	Contras
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode resumir realidades complexas e multidimensionais com vistas a apoiar os tomadores de decisão.</li> <li>• São mais fáceis de interpretar do que uma bateria de muitos indicadores separados.</li> <li>• Pode avaliar o progresso dos países ao longo do tempo.</li> <li>• Reduzir o tamanho visível de um conjunto de indicadores sem deixar cair a base de informações subjacente. Assim, possibilita a inclusão de mais informações dentro do limite de tamanho existente.</li> <li>• Coloque questões de desempenho e progresso do país no centro da área política.</li> <li>• Facilitar a comunicação com o público em geral e promover a responsabilização.</li> <li>• Ajudar a construir/sustentar narrativas para públicos leigos e alfabetizados.</li> <li>• Permitir que os usuários comparem dimensões complexas de forma eficaz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode enviar mensagens políticas enganosas se mal construída ou mal interpretada.</li> <li>• Pode convidar conclusões políticas simplistas.</li> <li>• Pode ser mal utilizado, <i>por exemplo</i>, para apoiar uma política desejada, se o processo de construção não for transparente e/ou não tiver princípios estatísticos ou conceituais sólidos.</li> <li>• A seleção de indicadores e pesos pode ser objeto de disputa política.</li> <li>• Pode disfarçar falhas graves em algumas dimensões e aumentar a dificuldade de identificar ação corretiva adequada, caso o processo de construção não seja transparente.</li> <li>• Pode levar a políticas inadequadas se forem ignoradas as dimensões de desempenho de difícil mensuração.</li> </ul>

Fonte: OCDE (2008)

Nas últimas décadas, houve um aumento considerável no número de índices sendo desenvolvidos por diversas agências nacionais e internacionais. No entanto, os índices podem enviar mensagens enganosas se forem mal construídos ou mal interpretados. Seus resultados “geral” podem convidar os usuários (especialmente formuladores de políticas) a tirar conclusões analíticas ou políticas simplistas.

Diante disso, no ano de 2008, a OCDE e a Comissão Europeia, em conjunto, apresentaram um manual contendo uma diretriz metodológica para a construção de indicadores compostos, denominado *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. O manual compreende recomendações sobre como delinear, desenvolver e divulgar os indicadores compostos, e tem como objetivo identificar e evitar problemas comuns no processo de construção. O objetivo principal do Manual é contribuir para uma melhor compreensão da complexidade dos indicadores compostos e para uma melhoria nas técnicas utilizadas atualmente para construí-los, de modo a diminuir equívocos na formulação e interpretação dos Índices. Para isso, a metodologia proposta é composta por dez passos que, inicialmente, compreendem o processo de escolha da estrutura de indicadores, conforme a figura 3 (OCDE, 2008).

**Figura 3** – Procedimento para a construção de indicadores compostos



Fonte: A partir de OCDE (2008)

Desde então, têm-se reconhecido a contribuição da utilização de indicadores e de índices na avaliação, monitoramento e construção de políticas da CT&I capazes de atender as demandas de cada contexto. Diante disso, esses instrumentos têm sido cada vez mais utilizadas por instituições governamentais, instituições de apoio e por pesquisadores como forma de mensurar a Ciência, Tecnologia e Inovação a nível nacional, regional e local.

Nesse sentido, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura para (1) analisar a utilização desses instrumentos na mensuração da CT&I no contexto dos Sistemas de inovação

e (2) identificar as metodologias utilizadas para sua construção no contexto nacional e internacional.

### 2.2.1 EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

A mensuração da Ciência, Tecnologia e Inovação a partir da utilização de indicadores e índices tem sido empreendida por pesquisadores e por instituições internacionais. Entre a variedade de sistemas de avaliação da CT&I, há o *European Innovation Scoreboard* e o *Global Innovation Index* que são reconhecidos internacionalmente e apresentam uma robustez metodológica.

O *European Innovation Scoreboard* (EIS) foi desenvolvido pela Comissão Europeia no ano de 2001 com objetivo de realizar uma avaliação comparativa do desempenho de inovação dos países membros, dos estados e países terceiros selecionados, identificando os pontos fortes e fragilidades dos seus sistemas de inovação. Para EIS (2021), essa avaliação ajuda os países na avaliação das áreas nas quais eles precisam concentrar seus esforços a fim de impulsionar seu desempenho de inovação. Os relatórios são publicados anualmente e utilizam o indicador composto – o *Summary Innovation Index* – que resume o desempenho de uma gama de indicadores diferentes a partir da metodologia supracitada. A última avaliação realizada, publicada em 2021, congregou trinta e dois indicadores de CT&I, organizando-os em quatro pilares e doze dimensões, conforme o quadro 4.

**Quadro 4** – Sistema de Indicadores do *European Innovation Scoreboard*

Pilar	Dimensão	Indicadores
Condições Estruturais	Recursos Humanos	Doutores recém-formados
		População de 25 a 34 anos com ensino superior completo
		Aprendizado ao longo da vida
	Sistemas de pesquisa atraentes	Co-publicações Científicas Internacionais
		Top 10% das publicações mais citadas
		Estudantes de doutorado estrangeiros
	Digitalização	Penetração de banda larga
		Habilidades digitais globais acima do básico
Investimentos	Finanças e Suporte	Despesas com P&D no setor público
		Capital de risco

Atividades Inovativas		Financiamento direto do governo e apoio fiscal do governo para as empresas P&D
	Investimentos firmes	Despesa em P&D no setor empresarial
		Gastos com inovação não-P&D (percentual de volume de negócios)
		Gastos com inovação por pessoa empregada
	Uso de Tecnologias de Informação	Empresas que fornecem treinamento para desenvolver ou atualizar habilidades de TIC de seu pessoal
		Especialistas em TIC (como percentagem do emprego total)
	Inovadores	ESS introduzindo inovações de produtos (percentual de PMs)
		ESS introduzindo inovações em processos de negócios
	Ligações	PMs inovadores colaborando com outras
		Co publicações de co público-privado por milhão de população
		Mobilidade de trabalho para trabalho de Recursos Humanos em Ciência & Tecnologia
	Ativos intelectuais	Pedidos de patentes PCT por bilhão de PIB (em PPS)
		Aplicações de marca por bilhão de PIB (em PPS)
		Aplicações de design por bilhão de PIB (em PPS)
Impactos de empregos	Emprego em atividades intensivas em conhecimento	
	Emprego em empresas inovadoras	
Impactos de Vendas	Exportações de produtos de média e alta tecnologia como parte das exportações totais de produtos	
	Exportações de serviços intensivos de conhecimento como percentual do total das exportações de serviços	
	Vendas de inovações novas e novas empresas como percentual de volume de negócios	
Sustentabilidade ambiental	Produtividade de recursos	
	Emissões de ar por material particulado fino (PM2.5) na Indústria	
	Desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao meio ambiente, percentual de todas as tecnologias	

Fonte: COMISSÃO EUROPEIA (2021)

Os indicadores incluídos na estrutura do índice são distinguidos em quatro tipos principais de atividades: 1) Condições estruturais, 2) investimentos, 3) atividades de inovação e 4) impactos. Cada grupo principal inclui um número igual de indicadores com peso igual. A partir dos resultados, os países membros são ranqueados anualmente de modo a facilitar a compilação de informações acerca das forças e fragilidades de cada sistema de inovação. Além disso, o EIS distingue os países avaliados em quatro grupos: 1) Líderes da inovação; 2) Seguidores da

inovação; 3) Inovadores moderados; e 4) Inovadores modestos; com base no desempenho médio (COMISSÃO EUROPEIA, 2021). Vale ressaltar, ainda, que na última edição foram adicionados cinco novos indicadores, a saber: 1) Financiamento direto do governo e apoio fiscal do governo para as empresas P&D; 2) Empresas que fornecem treinamento para desenvolver ou atualizar habilidades de TIC de seu pessoal; 3) Especialistas em TIC; 4) Mobilidade de trabalho para trabalho de Recursos Humanos em Ciência & Tecnologia; e, 5) Vendas de inovações novas e novas empresas como percentual de volume de negócios.

Similarmente, o *Global Innovation Index* (GII), publicado pela primeira vez no ano de 2007, foi desenvolvido pela *Johnson Cornell University*, *World Intellectual Property Organization* (WIPO) e *The Business School for the World* (INSEAD). O índice foi criado com o objetivo de apresentar o nível de resposta dos países e regiões ao desafio da inovação, apontando os pontos fortes e fragilidades das políticas e práticas relacionadas à inovação. A última edição do GII, publicada em 2021, possui uma estrutura de indicadores divididos em dois pilares – inputs e outputs – e sete dimensões – (1) Instituições, (2) Capital humano e pesquisa, (3) Infraestrutura, (4) Sofisticação de mercado, (5) Sofisticação corporativa, (6) outputs de conhecimento e tecnologia, e (7) outputs criativos – conforme o quadro 5.

**Quadro 5** – Sistema de Indicadores do *Global Innovation Index*

Pilar	Dimensão	Indicadores
Instituição	Ambiente político	Estabilidade política e operacional
		Efetividade do governo
	Ambiente regulatório	Qualidade regulatória
		Estado de Direito
	Ambiente de negócios	Custo da demissão por redundância
		Facilidade de começar um negócio
Capital Humano e Pesquisa	Educação	Facilidade de resolver a insolvência
		Gastos com educação
		Financiamento/aluno do governo
		Expectativa de vida escolar
	Educação terciária	Escalas do PISA em leitura, matemática e ciências
		Relação aluno-professor, secundário
		Inscrição no ensino superior
		Graduados em ciências e engenharia
	Pesquisa e desenvolvimento (P&D)	Mobilidade de entrada terciária
		Pesquisadores
		Despesa bruta em P&D
		Investidores corporativos globais em P&D, 3 principais
Infraestrutura	Tecnologias de informação e comunicação (TICs)	Classificação da universidade QS, 3 primeiros *
		Acesso às TIC
	Infraestrutura geral	Uso de TIC
		Serviço online do governo
		E-participação
		Produção de eletricidade
Sustentabilidade ecológica	Desempenho de logística	
	Formação bruta de capital	
		PIB / unidade de uso de energia

Sofisticação de mercado	Crédito	Desempenho Ambiental
		Certificados ambientais VER 14001
		Facilidade de obtenção de crédito
		Crédito interno ao setor privado
	Investimento	Empréstimos brutos de microfinanciamento
		Facilidade de proteção de investidores minoritários
		Capitalização de mercado
		Investidores de capital de risco, negócios / bn
	Comércio, diversificação e escala de mercado	Destinatários de capital de risco, negócios / bn
		Taxa de tarifa aplicada, média ponderada
		Diversificação da indústria nacional
	Trabalhadores do conhecimento	Escala do mercado interno, bn
Emprego intensivo em conhecimento		
Empresas que oferecem treinamento formal		
GERD realizado por empresas		
GERD financiado por empresas		
Vínculos de inovação	Mulheres empregadas com diplomas avançados	
	Colaboração universidade-indústria em P&D	
	Estado de desenvolvimento e profundidade do cluster	
	GERD financiado pelo exterior	
Absorção de conhecimento	Negócios de aliança estratégica / bn	
	Famílias de patentes / bn PPP \$ PIB	
	Pagamentos de propriedade intelectual,% do comércio total	
	Importações de alta tecnologia,% do comércio total	
	Importações de serviços de TIC,% do comércio total	
Resultados de conhecimento e tecnologia	Criação de conhecimento	Entradas líquidas de IED,% do PIB
		Pesquisa de talentos,% em empresas
	Impacto do conhecimento	Patentes por origem / bilhões PPP \$ PIB
		Patentes PCT por origem / bn PPP \$
		Modelos de utilidade por origem / bilhões PPC \$ PIB
		Artigos científicos e técnicos / bn PPP \$
	Difusão de conhecimento	Índice H de documentos citáveis
		Crescimento da produtividade do trabalho,
Novos negócios / th pop.		
Gastos com software,%		
Saídas criativas	Ativos intangíveis	Certificados de qualidade VER 9001 / bn PPP \$
		Fabricação de alta tecnologia
		Receitas de propriedade intelectual,% do comércio total
	Bens e serviços criativos	Produção e complexidade de exportação
		Exportações de alta tecnologia,% do comércio total
Exportações de serviços de TIC,% do comércio total		
Exportações de serviços culturais e criativos,% do comércio total		
Saídas criativas	Ativos intangíveis	Marcas por origem / bn PPP \$
		Valor da marca global, 5.000 principais
	Bens e serviços criativos	Desenhos industriais por origem / bn PPC \$ PIB
		TICs e criação de modelo organizacional
Saídas criativas	Bens e serviços criativos	Exportações de bens criativos,% do comércio total
		Longas-metragens nacionais / mn pop.
		Entretenimento e mercado de mídia / pop.
		Impressão e outras mídias,% fabricação
		Exportações de bens criativos,% do comércio total

Criatividade online	Domínios genéricos de nível superior (TLDs) / th pop.
	TLDs de código de país / th pop.
	Edições da Wikipedia / mn pop.
	Criação de aplicativo móvel / bn PPP \$ PIB

Fonte: WIPO (2021)

Além de instituições de CT&I, a construção e aplicação desses instrumentos para a avaliação da CT&I tem sido empreendida por pesquisadores como forma de superar as lacunas dos sistemas de mensurações nacionais e regionais. Yi, Dezhi e Wen (2020), ao identificar um crescente desequilíbrio no desenvolvimento da inovação regional na China, propuseram um método multiatributos para avaliar a inovação, enriquecer o sistema de avaliação e explorar os caminhos disponíveis para melhorar a capacidade de inovação regional do país. Os autores apresentam um sistema de indicadores de avaliação a partir de quatro aspectos:

1. Criação de conhecimento: Reconhecida como uma fonte de inovação regional. Envolve universidades e institutos de pesquisa, financiamento de pesquisa e insumos de pesquisadores, incluindo os insumos e resultados da inovação, medidos principalmente como insumos de pesquisa, patentes e resultados de teses.
2. Aquisição de conhecimento: Refere-se ao fluxo e utilização do conhecimento dentro de uma região. É mensurado principalmente pela cooperação, apoio financeiro corporativo e o uso de investimento estrangeiro.
3. Inovação empresarial: Refere-se à tradução dos resultados da inovação em produtos pelas empresas. É medida por insumos de pesquisa corporativa, resultados de patentes e desenvolvimento de novos produtos.
4. Ambiente de inovação: Um bom ambiente de inovação é reconhecido como promotor da inovação regional. É medido principalmente em termos de desenvolvimento regional, qualidade dos serviços intermediários e capacidade de sustentação.

A estrutura de indicadores selecionados está descrita no quadro 6:

**Quadro 6 – Sistema de Indicadores de Yi, Dezhi e Wen (2020)**

Indicadores Primários	Indicadores Secundários	Indicadores Terciários
Indicador Regional de Inovação	Aquisição de conhecimento	Investimento em mão de obra em tecnologia regional
		Investimento do governo regional em P&D
		Capacidade de produção do pessoal de P&D em universidades e institutos de pesquisa
		Eficiência de produção do pessoal de P&D em universidades e institutos de pesquisa
		Eficiência de produção de fundos de P&D em universidades e institutos de pesquisa
		Publicação de artigos de periódicos em casa e no exterior
		Cooperação de conhecimento regional
	Inovação empresarial	Fluxo de tecnologia
		Aquisição empresarial de capacidades técnicas
		Capacidade regional de usar capital estrangeiro
		Capacidade de entrada de pessoal de P&D da empresa
		Capacidade de investimento de financiamento de P&D empresarial
		Capacidade de produção de P&D da empresa
		Nível de tecnologia de núcleo empresarial
	Ambiente de inovação	Capacidade de desenvolvimento de novos produtos empresariais
		Abertura do mercado regional
		Treinamento de talentos regionais
		Qualidade dos trabalhadores locais
		Apoio de instituição financeira
		A proporção de empresas de alta tecnologia
		Capacidade de incubação de incubadoras de empresas de tecnologia
	Nível de desenvolvimento econômico regional	
	Sustentabilidade regional	

Fonte: Yi, Dezhi e Wen (2020)

Os dados para a realização do estudo foram coletados através de estatísticas e relatórios governamentais disponíveis publicamente. A construção dos indicadores e modelos de avaliação da capacidade de inovação regional foi realizada a partir de três métodos distintos: 1) O Modelo Florestal Aleatório para construir uma Matriz de Força Influente Inicial, com objetivo de medir a força da influência entre os indicadores de avaliação (a força de influência calculada é usada como dado bruto para a abordagem DANP, substituindo a abordagem de pontuação por especialistas); 2) Aplicação do método DANP para traçar o Diagrama da Rede de Força de Influência e calcular os pesos dos atributos de avaliação (o método é usado para obter um diagrama da rede de força de influência e o peso de cada indicador de avaliação); e, por fim, 3) Aplicação do método MOORA-max-min, que pode calcular o gap entre o nível atual de um indicador de avaliação e o seu valor máximo ou mínimo (a inovação regional é então calculada de acordo com os pesos dos indicadores de avaliação e os raios de gap). Para os autores, os métodos introduzidos são capazes de identificar os fatores que restringem o desenvolvimento da inovação e permitindo o empreendimento de melhorias na capacidade de inovação.

Zhan (2017) analisou a inovação das principais cidades da Aglomeração Urbana das Planícies Centrais da China: Zhengzhou, Luoyang, Xinxiang. O autor propôs um sistema de índices de avaliação baseado no ambiente inovador e em inputs e outputs de inovação, organizados em três índices de um nível (ambiente de inovação, investimento em inovação e produção de inovação) e 15 índices de dois níveis (número de graduados por milhão, PIB per capita, a proporção do financiamento total da pesquisa social para o PIB, montante de autorização de patentes de invenção e a proporção do valor da produção industrial de alta tecnologia para um valor de produção acima da escala), conforme quadro 7.

**Quadro 7 – Sistema de Indicadores de Zhan**

<b>ÍNDICE DE UM NÍVEL</b>	<b>ÍNDICE DE DOIS NÍVEIS</b>	<b>PESO</b>
ambiente de Inovação (0.1104)	Número de estudantes por milhão inclui graduados e acima (10 000 pessoas)	0.2237
	Número de unidades legais na área de aglomeração industrial (individual)	0.1980
	PIB per capita (10 mil yuan)	0.2084
	Número de instituições de I & D (individuais)	0.1488
	Número de empresas de alta tecnologia identificadas no ano (individual)	0.2212
Investimento em Inovação (0.3230)	Os fundos de P&D representaram a proporção do PIB (%)	0.2142
	atividade pessoal de P&D(pessoas)	0.2110
	a proporção das despesas financeiras locais em ciência no total das despesas financeiras	0.3290
	despesa (%) Despesas em P&D (100 milhões de yuan)	0.2459
Resultado da inovação (0,5666)	Quantidade de autorização de patente de invenção (peças)	0.2355
	Número de trabalhos científicos publicados(peças)	0.0725
	receita de vendas de novo produto (100 milhões de yuan)	0.0218
	produtividade da mão-de-obra em empresas acima da escala (10 mil yuan/pessoa)	0.2262
	Proporção de licença de patente e pedido de patente (%)	0.2108
	a proporção do valor da produção industrial de alta tecnologia para valores de produção acima da escala	0.2333

Fonte: Zhan (2017)

O peso do índice de um nível foi determinado pelo método de Atribuição de Peso Subjetivo a partir do processo de hierarquia analítica (AHP) – abordagem de ponderação subjetiva capaz de simplificar e estratificar a questão complexa. Para a sua realização foi construído um questionário abrangendo os três pilares: ambiente de inovação, investimento em inovação e resultados de inovação. Posteriormente, foi solicitado a especialistas em áreas relacionadas para fazer um julgamento comparativo. Por fim, os resultados relevantes foram organizados de acordo com a tabela da escala Saaty, resultando em uma matriz de comparação. Para a determinação da ponderação do índice de dois níveis foi utilizado o método de ponderação objetiva a partir do método de peso entropia.

Durante a realização da pesquisa, os pesquisadores se depararam com diferenças nos dados estatísticos entre as cidades. Assim, para resolver o problema, foram utilizados alguns indicadores para substituir as cidades, tais como o PIB per capita e gastos em P&D.

Para Reid et al. (2019), uma fraqueza de grande parte da literatura sobre competitividade empresarial é a utilização do país como a principal unidade de análise. Para eles, ao fazer isso, os pesquisadores frequentemente ignoram as variações regionais. Assim, os autores analisaram o desenvolvimento da inovação tecnológica em quinze cidades sub-provinciais chinesas. Com base na literatura, os autores propõem, inicialmente, uma estrutura composta por oitenta e dois indicadores. Todavia, ao realizarem a análise de componentes principais, 28 indicadores foram descartados por apresentar valores de carga menores, e, a partir da análise de correlação, foram descartados mais 22 indicadores que refletiam informações duplicadas. Posteriormente, através de um processo de iteração, o número de indicadores sensíveis foi reduzido a 14, conforme o quadro 8.

**Quadro 8 – Sistema de Indicadores de Reid *et al.***

<b>Dimensão</b>	<b>Indicadores</b>
Ambiente de inovação tecnológica	Número de empresas de alta tecnologia
	Empresas com agências de desenvolvimento técnico como proporção de empreendimentos industriais
	Estudantes universitários como proporção da população total
Investimento em inovação tecnológica	Gastos com tecnologia local como proporção dos gastos gerais do orçamento local
	Gastos internos em S e T de empresas industriais desproporcional ao tamanho
	Despesa em P&D de empresas industriais desproporcional ao tamanho em relação ao valor bruto da produção industrial
	Pessoal de P&D equivalente em tempo integral
Produção de inovação tecnológica	O valor de produção da indústria de alta tecnologia
	Receita de vendas de novos produtos como proporção da renda total
	Propriedade de patente de invenção por milhão de população
	O valor de produção da indústria de alta tecnologia de empresas industriais acima do tamanho designado em relação ao valor bruto da produção industrial
	Contratos são ofertas em mercados técnicos para cada 10.000 pessoas
Influência da inovação tecnológica na economia e na sociedade	A taxa de contribuição do progresso científico e tecnológico
	Taxa de tratamento sem riscos de resíduos

Fonte: Reid et al. (2019)

A partir do índice de inovação construído, os autores quantificaram e classificaram o desempenho da inovação das quinze províncias estudadas.

Similarmente, Ziyang Li, Hongwei Shi e Hongda (2021) analisaram o nível de inovação científica e tecnológica de 31 províncias da China. Os autores propuseram um sistema de índice, para mensurar e avaliar a concentração e potencial de inovação, através do método de ponderação de entropia, que determina o peso de cada índice de avaliação. Os autores consideram a concentração de inovação e o potencial de inovação como dois aspectos principais para medir o nível de desenvolvimento da inovação científica e tecnológica provincial. Assim, utiliza-os para construir uma estrutura de avaliação bidimensional da inovação. Além disso, o índice proposto considera três fatores-chave: 1) A relação interativa dos sujeitos da inovação,

como as universidades, instituições de pesquisa científica, empresas, governos e intermediários; 2) A geração, circulação e transformação dos elementos de inovação na cadeia de inovação; 3) A interação entre a cadeia de inovação e a cadeia industrial, onde a cadeia industrial cria um ambiente social e econômico de nível macro para a cadeia de inovação, e a cadeia de inovação retroalimenta a cadeia industrial regional na forma de benefícios econômicos e crescimento do emprego.

A partir desses aspectos, o índice envolve o pilar 1) Concentração de inovação e (2) potencial de inovação, e seis categorias, a saber: 1) fonte de estratégia de inovação; 2) integração de inovação; 3) aplicação de inovação; 4) ambiente de inovação; 5) incubação de inovação; 6) desempenho de inovação, conforme quadro 9.

**Quadro 9** – Sistema de Indicadores de Ziyang Li, Hongwei Shi e Hongda

Pilar		
	Concentração de Inovação	Potencial de Inovação
Dimensão		
Fonte de estratégia da inovação	Pesquisa média e experimental	Taxa de crescimento equivalente de pessoal de pesquisa e desenvolvimento experimental em tempo integral (%)
Fonte de estratégia da inovação	A proporção de P&D do governo investimento no PIB (%)	Taxa de crescimento do investimento governamental em P&D (%)
Fonte de estratégia da inovação	Número de pedidos de patente de invenção aceito por 10.000 funcionários de P&D	Número de pedidos de patente de invenção aceitos (excluindo empresas) taxa de crescimento (%)
Fonte de estratégia da inovação	Número de pedidos de patente de invenção gerado por despesas internas por 100 milhões de yuans de despesas de P&D	A taxa de crescimento do número de patentes de invenção concedidas (%)
Fonte de estratégia da inovação	Número de pedidos de patente de invenção gerado por despesas internas por 100 milhões de yuans de despesas de P&D	Taxa de crescimento do número de jornais nacionais (%)
Fonte de estratégia da inovação	Ensino autorizado de patentes de invenção gerado por despesas internas de atividades de P&D por 100 milhões de yuans	Taxa de crescimento do número de artigos internacionais (%)
Fonte de estratégia da inovação	O número médio de jornais nacionais publicado por 100.000 pessoas de P&D	A taxa de crescimento do número de artigos científicos em diferentes unidades na mesma província (%)
Fonte de estratégia da inovação	Número médio de artigos internacionais publicado por 100.000 pessoas de P&D	A taxa de crescimento do número de artigos científicos de autores em diferentes províncias (%)
Integração da inovação	O número de artigos científicos e tecnológicos na mesma província	A taxa de crescimento do número de artigos científicos estrangeiros por autores (%)
Integração da inovação	Número de pesquisas científicas e tecnológicas jornais de diferentes províncias por 100.000 pesquisadores e autores	A taxa de crescimento dos fundos corporativos nas despesas internas de despesas de P&D em universidades e institutos de pesquisa (%)
Integração da inovação	Número de artigos científicos e tecnológicos estrangeiros por 100.000 P&D autores da equipe	Taxa de crescimento do valor da transação do mercado de tecnologia (de acordo com a direção do fluxo) (%)

Integração da inovação	Proporção de gastos internos de gastos com P&D de universidades e institutos de pesquisa de empresas	A taxa de crescimento das despesas com compras de tecnologia doméstica por empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Integração da inovação	Volume médio de transação de tecnologia empresas de mercado	A taxa de crescimento das despesas para a introdução de tecnologia por empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Integração da inovação	A despesa média para compras tecnologia doméstica por empresas industriais acima do tamanho designado	Taxa de crescimento do gasto interno total das atividades de P&D das empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Integração da inovação	A despesa média de introdução técnica de empresas industriais acima do tamanho designado	Taxa de crescimento do gasto interno total das atividades de P&D das empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Aplicação da inovação	Proporção de pessoal de P&D entre pessoal empregado em empresas industriais acima do tamanho designado	A taxa de crescimento do número de empresas industriais acima do tamanho designado com instituições de P&D (%)
Aplicação da inovação	Proporção do total de despesas internas das atividades de P&D das empresas industriais acima do tamanho designado na receita de vendas	A taxa de crescimento dos pedidos de patente de invenção de empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Aplicação da inovação	Proporção de empresas com P&D instituições entre as empresas industriais acima do tamanho designado no número total de empresas	A taxa de crescimento de patentes de invenção eficazes de empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Aplicação da inovação	Número médio de pedidos de patente de invenção por 10.000 funcionários de P&D de empresas industriais acima designadas	Taxa de crescimento das despesas externas das despesas de I&D da indústria empresas acima do tamanho designado (%)
Aplicação da inovação	Número médio de patentes de invenção eficazes por 10.000 empresas industriais	A taxa de crescimento dos gastos com transformação tecnológica de empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Aplicação da inovação	Gastos externos médios com P&D de empresas industriais acima do tamanho designado	Taxa de crescimento do número de empresas com atividades de transação de comércio eletrônico (%)
Aplicação da inovação	Gastos médios para transformação tecnológica de empresas industriais acima do tamanho designado (	Taxa de crescimento da receita de vendas de novos produtos de empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Aplicação da inovação	Proporção do número de empresas com atividades de transação de comércio eletrônico no total número de empresas	Taxa de crescimento de usuários da Internet (%)
Aplicação da inovação	Proporção do número de empresas com atividades de transação de comércio eletrônico no total número de empresas	Taxa de crescimento da incubadora de empresas de tecnologia (%)
Ambiente da inovação	Taxa de penetração da Internet (%)	A taxa de crescimento de funcionários na indústria de serviços de ciência e tecnologia (%)
Ambiente da inovação	Número médio de mentores empreendedores por incubadora de empresas de tecnologia (pessoa / pessoa)	Taxa de crescimento do nível de consumo das famílias (%)

Ambiente da inovação	A proporção de funcionários na ciência e indústria de serviços de tecnologia na indústria terciária (%)	Taxa de crescimento das despesas com educação (%)
Ambiente da inovação	Despesas com educação como uma porcentagem de PIB (%)	A taxa de crescimento populacional da população de 6 anos ou mais com ensino superior e superior (%)
Ambiente da inovação	Proporção do ensino superior entre os população com 6 anos ou mais (%)	Taxa de crescimento dos empréstimos obtidos de instituições financeiras nas despesas internas de P&D de empresas industriais acima do tamanho designado (%)
Incubação de inovação	O valor médio dos empréstimos obtidos de instituições financeiras entre as internas despesas de P&D despesas de empresas industriais acima do tamanho designado	A taxa de crescimento do investimento de capital de risco para incubadoras de empresas de tecnologia naquele ano (%)
Incubação de inovação	Intensidade de investimento de capital de risco de incubadora de empresas de tecnologia no ano	Taxa de crescimento do fundo de incubação de incubadoras de empresas de tecnologia (%)
Incubação de inovação	Quantidade média de base de incubação de cada incubadora de empresas de tecnologia (dez mil yuan / peça)	Taxa de crescimento do número de empresas de alta tecnologia (%)
Incubação de inovação	A proporção de empresas de alta tecnologia no número de empresas industriais acima tamanho designado (%)	Empresas formadas em incubadora de empresas de tecnologia (%)
Incubação de inovação	Número médio de empresas que se formaram de cada incubadora de empresas de tecnologia em o ano (casa / unidade)	Taxa de crescimento do valor adicionado da indústria terciária (%)
Desempenho de inovação	A proporção do valor adicionado do terciário indústria para PIB (%)	Taxa de crescimento da receita do negócio principal da indústria de alta tecnologia (%)
Desempenho de inovação	A proporção da receita de negócios principal de alta indústria de tecnologia para PIB (%)	Taxa de crescimento das exportações de produtos de alta tecnologia (%)
Desempenho de inovação	A proporção das exportações de produtos de alta tecnologia para o total das exportações regionais (%)	Taxa de crescimento do emprego nas indústrias de alta tecnologia (%)
Desempenho de inovação	A proporção do número de funcionários na indústria de alta tecnologia em relação ao número total de empregados (%)	Taxa de crescimento das exportações de produtos de alta tecnologia (%)

Fonte: Ziyang Li, Hongwei Shi e Hongda (2021)

Para a construção do índice, foi utilizado o método de ponderação de entropia que determina o peso de cada indicador de avaliação, e o método TOPSIS para conduzir avaliações multiobjetivos de cada província. Após os resultados, os autores dividiram as províncias em quatro categorias: 1) *Driver echelon*, constituídos pelos impulsionadores com alta concentração e alto potencial de inovação; 2) *Follower Echelon*, com alta concentração de inovação e baixo potencial de inovação; 3) *Black horse Echelon*, com baixa concentração de inovação e alto potencial de inovação; e, por fim, 4) *Latecomer Echelon*, com baixa concentração de inovação e baixo potencial de inovação.

Ainda no nível regional, os autores Hlaváček e Siviček (2017) analisaram a inovação regional nos países da Europa Central: República Tcheca, Eslováquia e Polônia. A partir do EIS, todos os três países estão enquadrados como “inovadores moderados” — o que os situam abaixo da média da União Europeia. Para a análise, os autores propuseram a construção de índice composto por seis indicadores, conforme quadro 10.

**Quadro 10** – Sistema de Indicadores de Hlaváček e Siviček

Indicador	Ano
PIB per capita em euros	2012 e 2014
proporção de habitantes com diploma universitário	Valor médio
proporção de pessoas envolvidas em P&D na força de trabalho	Valor médio
formação bruta de capital fixo	2012 e 2014
valor bruto adicionado por funcionário	Valor médio
Patentes por funcionário	Valor médio

Fonte: Hlaváček e Siviček (2017)

A partir da construção do índice e da análise de correlação, os autores realizaram uma comparação entre o desenvolvimento inovativo entre as regiões dos países selecionados. Todavia, ao final da pesquisa, os autores recomendam a realização da pesquisa utilizando uma quantidade maior de indicadores de modo a mapear o ambiente de inovação das regiões, uma vez que os dados utilizados no artigo não permitem, plenamente, uma avaliação da qualidade e complexidade da inovação das regiões.

Os autores Xianzhong et al. (2021) construíram um sistema de índice de inovação regional e analisaram as características de evolução espacial e temporal, diferenças espaciais e fatores que influenciam a eficiência da inovação urbana na China. O índice proposto é composto por indicadores de entrada e saída, conforme quadro 11.

**Quadro 11** – Sistema de indicadores de Xianzhong *et al.*

Tipo de indicador	Indicador de nível 1	Indicador de nível 2
Inputs de inovação	Entrada de pessoal	Equipe de P&D com entrada em tempo integral
	Entrada de fundos	Fundo de P&D
	Produção de patente	O número de patentes
Outputs de inovação	Saída de papel	O número de artigos científicos
	Saída de novo produto	Taxa de valor de saída do novo produto

Fonte: Xianzhong et al. (2021)

Vinte e seis cidades foram analisadas com auxílio da Análise Envoltória de Dados (DEA). No entanto, os autores apontaram dificuldades na fase de coleta de dados, sobretudo na análise comparativa vertical de dados durante 2000-2015. Assim, foram analisados os dados transversais de 2000, 2005, 2010 e 2015. As cidades foram analisadas a partir de três categorias: 1) Eficiência Abrangente; 2) Eficiência técnica pura; e 3) Eficiência de escala.

De modo geral, a partir da experiência internacional, é possível perceber que, apesar das diferenças entre as estruturas, os indicadores utilizados por instituições e por pesquisadores para a mensuração da Inovação compreendem os aspectos multifacetados na inovação, como Investimentos, ambiente institucional, resultados e impactos.

A seguir, são descritos a experiência nacional na mensuração da CT&I a partir dos principais resultados identificados na Revisão Sistemática da Literatura.

### 2.2.2 EXPERIÊNCIA NACIONAL

O Brasil, assim como a maioria dos países em desenvolvimento, é caracterizado pela baixa sistematização metodológica e estatística de indicadores de CT&I. Além disso, é possível verificar que há uma disparidade entre os dados referentes as Unidades Federativas, o que dificulta a padronização dos indicadores e, conseqüentemente, a construção de um índice a nível nacional e estadual. Ainda assim é possível verificar esforços teóricos e metodológicos de instituições e autores para a avaliação da inovação a partir de Indicadores e Índices.

Um exemplo disso é o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos em Ciência, Tecnologia e Inovação (CGEE) que publicou, em 2021, a quarta edição do Boletim Temático do Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação (OCTI) que apresenta os principais resultados relativos a um conjunto de indicadores propostos para auxiliar a compreensão a respeito das especificidades regionais da CT&I no Brasil. O objetivo do boletim é o desenvolvimento de Indicadores de CT&I no Brasil que sirvam de referência para a elaboração de políticas públicas nas unidades da Federação. Para a CGEE (2021b) a mensuração e a análise da CT&I se configura como um grande desafio diante de problemas relacionados ao conceito e abrangência da CT&I, bem como relacionados à disponibilidade e as limitações de fontes de dados necessários à construção de indicadores.

Os indicadores propostos são sistematizados de acordo com sua natureza, a saber: 1) Insumos; 2) processos; 3) Resultados; 4) Impactos. Além disso, além dos pilares, os indicadores são divididos em doze dimensões, conforme quadro 12.

**Quadro 12** – Sistema de Indicadores CGEE

Pilar	Dimensão	Indicadores
INSUMOS	Dispêndios em P&D por parte da UF	Dispêndio em P&D dos governos estaduais em relação a receita total, no período de 2016-2018;
	Financiamentos à inovação por parte de instituições de fomento	Operações contratadas pelo BNDES direcionadas a inovação por UF;

<b>PROCESSOS</b>	Dispêndios das entidades empresariais em P&D	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial em atividades internas e em aquisição externa de P&D, no ano de 2017
		Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial em outras atividades inovativas, que não sejam atividades internas ou aquisição externa de P&D, no ano de 2017
		Pessoal Técnico-Científico por grupos de mil empregados nas entidades empresariais, no ano de 2017
	Recursos humanos voltados para atividades de PD&I	Número de mestres titulados por cem mil habitantes no ano de 2017
		Número de doutores titulados por cem mil habitantes no ano de 2017
Redes de cooperação entre empresas e institutos de C&T	Taxa de cooperação para a inovação no período 2015-2017	
<b>RESULTADOS</b>	Produção bibliográfica de docentes e discentes vinculados à pós-graduação e as patentes;	Produção bibliográfica de docentes e discentes vinculados a programas de pós-graduação, no ano de 2017
		Pedidos de patentes de invenção depositadas no INPI por cem mil habitantes, no ano de 2017
	Taxa de inovação das empresas	Taxa de inovação de produto e/ou de processo das empresas das indústrias extrativas e de transformação, no período 2015-2017
	Emprego de mestres e doutores na indústria de transformação e nos serviços de maior intensidade de conhecimento;	Percentual de mestres e doutores empregados na indústria de transformação, por grupos de mil empregados, em 2017
Percentual de mestres e doutores empregados em serviços de maior intensidade de conhecimento, por grupos de mil empregados, em 2017		
<b>IMPACTOS</b>	crescimento de micro estabelecimentos em atividades relativas às TIC	Taxa de crescimento da participação dos micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis, no período 2016-2017
		Taxa de crescimento dos micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação, em relação ao total de estabelecimentos desses serviços, por unidade da Federação, no período 2016-2017
	Desempenho do comércio exterior.	Percentual do valor médio das exportações de mercadorias, por setores de alta e média alta intensidade tecnológica, no período 2013-2017

Fonte: CGEE (2021b)

Diante da pouca padronização dos dados disponíveis, alguns indicadores se referem a anos não recentes, é o caso dos dados provenientes da Pesquisa de Inovação (PINTEC), uma vez que sua última edição foi realizada no período 2014-2017 (IBGE, 2021). Vale ressaltar, ainda, que o OCTI optou por não sistematizar indicadores para o ano de 2020, considerando os impactos críticos que a pandemia da Covid-19 possa ter gerado na série histórica.

A partir dos dezessete indicadores, o OCTI/CGEE analisa o desempenho inovativo das UF do Brasil e as ranqueia, permitindo a comparação, bem como contribuindo para a construção de políticas públicas direcionadas a CT&I. Todavia, o ranqueamento é realizado a partir de uma metodologia que realiza a ponderação a partir da posição hierárquica relativa de cada unidade federativa em cada indicador.

Esse fato pode ser considerado uma limitação metodológica, uma vez que, considerando as recomendações da OCDE (2008), não são utilizados procedimentos de agregação dos indicadores para a avaliação geral dos desempenhos das UF e, conseqüentemente, para o ranqueamento destas.

Além dos esforços da CGEE, outra instituição que propôs uma mensuração das UF do Brasil a partir da utilização de indicadores foi a Federação das indústrias do Estado do Ceará – FIEC. O Índice FIEC de Inovação dos Estados teve sua terceira edição publicada no ano de 2021 tendo como propósito identificar os principais elementos concernentes à Inovação e mensurar o nível em que os estados brasileiros se encontram, fornecendo, portanto, subsídios para o desenvolvimento de políticas públicas que fomentem um ecossistema inovador no Brasil (FIEC, 2021). O índice é composto por 12 indicadores, divididos em 2 dimensões, conforme quadro 13.

**Quadro 13 – Sistema de Indicadores FIEC**

<b>Dimensão</b>	<b>Indicadores</b>
<b>CAPACIDADES</b>	Investimento público em C&T
	Capital Humano: Graduação
	Capital Humano: Pós-graduação
	Inserção de Mestres e Doutores
	Instituições
	Infraestrutura
	Cooperação
<b>RESULTADOS</b>	Competitividade Global
	Intensidade Tecnológica
	Propriedade Intelectual
	Produção intelectual
	Produção científica
	Empreendedorismo

Fonte: FIEC (2021)

No entanto, apesar do significativo esforço para a incorporação de indicadores que capturassem as diversas facetas da inovação, não fica claro qual os métodos utilizados para a ponderação e agregação dos indicadores, bem como os demais percursos metodológicos para a construção do índice.

Além dos esforços das instituições de CT&I CGEE e FIEC, foi possível identificar esforços de pesquisadores para congregar indicadores regionais/estaduais, com objetivo de analisar a CT&I no Brasil. O estudo realizado por Beneli, Carvalho e Furtado (2022) buscou superar as lacunas existentes, a partir da compilação de Indicadores de CT&I para a construção de um Indicador Composto Estadual de Inovação – ICEI. O ICEI é composto por quatro pilares: 1) Condições Estruturais; 2) Dispêndios em CT&I; 3) Atividades Inovativas e 4) Impactos, conforme quadro 14.

**Quadro 14** – Sistema de Indicadores de Beneli, Carvalho e Furtado

Pilar	Dimensão	Indicador
Condições Estruturais	Recursos humanos em ciência e tecnologia	Novos doutores titulados per capita na faixa de 25 a 49 anos
		Novos mestres titulados na faixa de 20 a 49 anos
	Excelência do sistema de pesquisa	Novos mestres titulados na faixa de 20 a 49 anos
Dispêndios Em Ct&I	Dispêndio público estadual em ciência e tecnologia	Artigos publicados per capita
		Dispêndio público estadual em pesquisa e desenvolvimento como proporção da receita do estado
	Dispêndio empresarial em atividades inovativas	Dispêndio público estadual em atividades científicas e técnicas correlatas como proporção da receita do estado
Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de pesquisa e desenvolvimento como proporção da receita líquida de vendas		
Atividades Inovativas	Inovadores	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna como proporção da receita líquida de vendas
		Taxa de inovação de produto e/ou de processo
		Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing
	Ativos de propriedade industrial	Taxa de cooperação
Patente depositada per capita		
Impactos	Ocupações em ciência, tecnologia e inovação	Marca depositada per capita
		Desenho industrial depositado per capita
	Exportações intensivas em tecnologia e em conhecimento	Ocupações em ciência tecnologia e inovação como proporção das ocupações
Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção das exportações		
		Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações

Fonte: Beneli, Carvalho e Furtado (2022)

Diferentemente do caso anterior, os autores utilizaram a metodologia proposta pela OCDE (2008) para agregar os indicadores selecionados para a estrutura do ICEI. Todavia, assim como limitação apontada pela CGEE (2021b), os autores indicaram dificuldades relacionadas as diferenças estruturais e temporais. Assim, determinadas Ufs foram incorporadas de forma agregada, como nos casos de algumas Ufs das regiões Norte e Nordeste, nos quais alguns dos dados individuais estavam ausentes. Por esse motivo, no caso da região Nordeste foram analisados apenas os estados de Pernambuco e Ceará; as demais Ufs foram

agregadas nas unidades “Demais Nordeste”. Assim, não foi possível avaliar as Ufs do Nordeste de forma individual e, por conseguinte, avaliar as forças e fragilidades de seus respectivos sistemas de inovação.

Assim como Beneli, Carvalho e Furtado (2022), Silva, Quintino e Santana (2018) propõem a utilização de índices subnacionais de CT&I para analisar os estados brasileiros; A estrutura proposta é composta com seis indicadores e quatro dimensões, conforme quadro 15.

**Quadro 15** – Sistema de Indicadores de Silva, Quintino e Santana

Tipo de Indicador	Dimensões	Indicadores
Insumo	Gastos com C&T e P&D	Gastos Per Capita dos governos estaduais em C&T
		Gastos Per Capita dos governos estaduais em P&D
Resultado	Produção Científica e Tecnológica	Número de artigos indexados no ISI
		Patentes
Processo	Disponibilidade de recursos humanos qualificados	Nº docentes Pós-Graduação
Impacto	Difusão de conhecimento	Taxa de inovação

Fonte: Silva, Quintino e Santana (2018)

O estudo teve como referência as vinte e sete UFs do Brasil. Foram utilizadas amostras de séries anuais, com intervalos trienais para os períodos de 2008, 2011 e 2014 – definido a partir da PINTEC/IBGE. Para a construção do índice, os autores utilizaram uma metodologia de cálculo inspirada no IDH. Inicialmente foi realizada a definição das dimensões e indicadores. Posteriormente, cada UF teve *i*) indicadores parciais por estatísticas ( $I_{ij}$ ), *b*) indicadores ponderados por dimensão ( $I_i$ ), e, por fim, *c*) o índice sintético geral ponderado de CT&I (IG).

A partir de uma concepção similar, Gonçalves e Santana (2020) propõem um indicador para analisar o desempenho das Unidades Federativas da região Nordeste quanto a execução dos investimentos públicos em Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I) durante o período de 2000 a 2015. Os autores propõem uma estrutura e indicadores que correspondem a dois tipos de indicadores: 1) Insumo e 2) Resultado, conforme quadro 16.

**Quadro 16** – Sistema de indicadores de Gonçalves e Santana

Tipo de variável	Indicador
Variáveis de Insumo	PIB estadual
	Volume dos gastos públicos estaduais em CT&I
Variáveis de Resultado	Registros de patentes
	Número de doutores

Fonte: Gonçalves e Santana (2020)

Para a construção do indicador, os autores adotaram um modelo lógico dedutivo que inclui variáveis sugeridas pela literatura e estabelece uma ordem de causalidade entre elas, onde o desempenho está representado pelos aspectos relativos aos esforços mais os aspectos relativos aos resultados. O cálculo do índice é realizado a partir da seguinte equação:

$$Id = \frac{(disp/PIB)}{(n^{\circ} \text{ de Doutores/patentes})}$$

Onde:

Id: é o índice de desempenho para cada estado;

Disp: é o dispêndio público estadual em CT&I;

PIB: Produto Interno Bruto estadual;

Nº de doutores: contabilizados no último censo da CAPES por estado;

Patentes: depósito de patentes por estado.

A partir dos resultados, as Ufs do Nordeste foram ranqueadas e o desempenho foi classificado em: 1) Desempenho alto ( $1,0 \geq Id \geq 0,5$ ); 2) Desempenho moderado ( $0,5 \geq Id \geq 0,1$ ); 3) Desempenho baixo ( $0,1 \geq Id > 0,0$ ). Todavia, ao contrário dos trabalhos supracitados, a estrutura de indicadores não contempla todas as dimensões da CT&I, como as dimensões processo e impacto. D

O estudo de Silva Neto e Reis filho (2019) afunila, ainda mais, o nível de análise ao propor uma análise da CT&I no nível municipal. O estudo tem como objetivo analisar o estágio de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação dos municípios do Estado do Rio de Janeiro a partir da utilização de um índice – o Índice Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (IMCTI) – que é capaz de mensurar aspectos científicos, tecnológicos e de inovação em âmbito municipal. A estrutura proposta é composta por seis indicadores, conforme quadro 17.

**Quadro 17** – Sistema de Indicadores de Silva Neto e Reis filho

Dimensão	Sub dimensão	Indicador
Ensino Superior (100%)	Graduação (60%)	Acesso a graduação (60%)
		Oferta de graduação (30%)
		Pesquisa na graduação (10%)
	Pós-Graduação (40%)	Acesso a pós-graduação (50%)
		Oferta de pós-graduação (30%)
		Produção intelectual na pós-graduação (20%)

Fonte: Silva Neto e Reis filho (2019)

Os dados utilizados advêm de três bases de dados de domínio público: (1) Microdados do Censo da Educação Superior do INEP, (2) Coleta de Dados da Pós-Graduação Stricto Sensu da CAPES e a (3) Sinopse Estatística da Educação Básica do INEP. O índice proposto pelos autores está centrado na dimensão Ensino Superior e considera aspectos como acesso, oferta e produção intelectual. Os indicadores tiveram seus valores normalizados, isto é, apresentam como ponto máximo o valor 1 e ponto mínimo o valor 0. A partir dos resultados, os autores

classificaram os municípios em cinco categorias: 1) Alto (0,875 – 1,00); 2) Médio alto (0,750 – 0,874); 3) Médio (0,625 – 0,749); 4) Médio baixo (0,500 – 0,624); 5) Baixo (0,000 – 0,499).

A partir da experiência nacional, fica evidente a contribuição da utilização desses instrumentos de mensuração para a avaliação da CT&I a nível nacional e regional. Todavia, é possível perceber que o Brasil enfrenta uma dificuldade no que diz respeito a padronização dos dados, o que dificulta a construção de índices a nível nacional. Diante disso, conforme objetivo específico, propõe-se um índice estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação para a avaliação da região do Nordeste brasileiro, a partir da experiência nacional e internacional.

### **2.3 Considerações sobre o referencial teórico**

As discussões desenvolvidas no presente tópico tiveram como objetivo o aprofundamento das temáticas abordadas no estudo e que tangenciam o fenômeno inovação. Diante disso, algumas considerações devem ser feitas de modo a elucidar as conceituações adotadas no estudo e nortearam o processo de execução e análise da pesquisa.

Inicialmente, entende-se que a inovação é um fenômeno amplo e diversificado que tem sua constituição condicionada a interação entre vários componentes, podendo ser conceituada como um produto ou processo novo ou melhorado. Compreende-se que a inovação é de suma importância para o desenvolvimento socioeconômico dos países e regiões, dado que está diretamente relacionado ao aumento da competitividade e, por conseguinte, ao progresso econômico.

Ressalta-se, ainda, que o presente estudo parte da premissa de que a inovação é um fenômeno sistêmico, não podendo ser descrito a partir de uma noção linear, uma vez que é resultado da atuação de um conjunto de relacionamentos complexos entre os atores e de condições institucionais. Ademais, reconhece-se que a inovação se manifesta a partir de uma interação contínua entre os processos de difusão, absorção e uso da inovação.

No que se refere aos atores institucionais que compõem os Sistemas de Inovação, compreende-se que estes podem envolver (1) universidades e/ou institutos de pesquisa, que assumem o papel de criação de conhecimento; (2) empresas, que se constituem como participantes centrais na transferência de conhecimento em inovação; (3) agências governamentais e intermediários, que são responsáveis por proporcionar um ambiente adequado para a ocorrência da inovação. Além dos atores centrais supracitados, o sistema educacional, os setores industriais e produtivos e as instituições financeiras são considerados atores que contribuem para o desenvolvimento inovativo nos sistemas de inovação.

Em consonância com a concepção sistêmica adotada neste trabalho, emprega-se a concepção de Sistema Regional de Inovação, partindo da compreensão de que o processo de inovação é fortemente localizado, fundamentalmente social e enraizado culturalmente. Desse modo, entende-se que as especificidades locais e regionais – que são resultados de processos históricos – conferem características diferentes aos sistemas de inovação, podendo, ainda, resultar em uma heterogeneidade estrutural da base produtiva. Por esse motivo, compreende-se que a utilização de instrumentos de avaliação – sobretudo no caso dos índices e indicadores que avaliam a partir de um esforço comparativo – devem considerar as especificidades regionais.

Por fim, apreende-se que a inovação deve ser mensurada de modo a oferecer informações importantes aos formuladores de políticas e demais atores, com vistas a construção de estratégias que visem o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação. Assim, apontam-se os indicadores e índices como instrumentos fundamentais para a avaliação do desempenho de tais sistemas. Todavia, o processo de construção de indicadores e índices devem considerar uma série de critérios de qualidade de modo a evitar informações errôneas acerca dos fenômenos analisados e possibilitar a análise da evolução dos SI.

É válido ressaltar que, além da discussão teórica, a Revisão Sistemática da Literatura, realizada nesta pesquisa, foi essencial para a proposição do conjunto de indicadores para compor o índice – juntamente com a etapa de mapeamento dos dados disponíveis, que é apresentada na seção de resultados – dado que buscou-se agregar as diversas experiências, nacionais e internacionais, na construção e proposição de indicadores de CT&I.

A partir de tais considerações, a seguir são descritos os procedimentos metodológicos que viabilizam o alcance do objetivo proposto.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

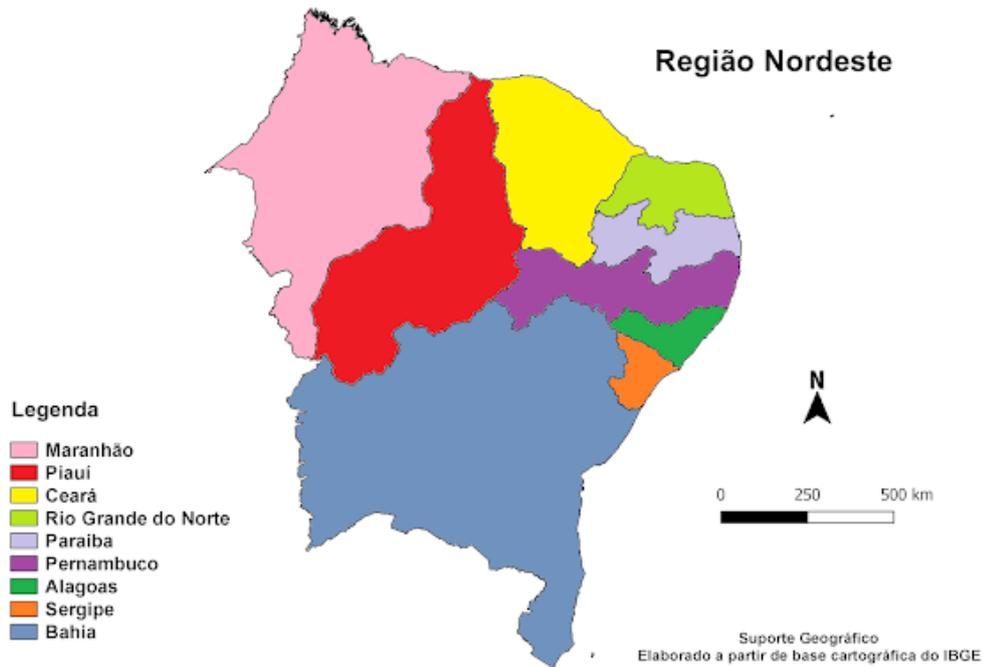
#### **3.1 Delineamento de pesquisa**

A pesquisa tem como objetivo propor um Índice sintético de inovação que permita mensurar a Ciência, Tecnologia e Inovação das Unidades Federativas do Nordeste brasileiro, de modo a compilar informações relevantes para a compreensão das fragilidades e lacunas existentes. Assim, define-se como objeto de estudo os Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação a nível estadual.

Como locus de pesquisa foi escolhido a região Nordeste. A Região Nordeste é uma das cinco regiões do Brasil definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1969. Em comparação com as demais regiões do Brasil, o Nordeste possui a segunda maior população, o terceiro maior território no Brasil, o segundo maior colégio eleitoral (2010), o menor IDH (2017) e o terceiro maior PIB (2018).

É a região brasileira que possui o maior número de estados (nove no total), a saber: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, conforme figura 4.

**Figura 4 – Mapa da Região Nordeste**



Fonte: IBGE (2022)

Em função de suas diferentes características físicas, a região é dividida em quatro sub-regiões: meio-norte, sertão, agreste e zona da mata, tendo níveis muito variados de desenvolvimento humano ao longo de suas zonas geográficas.

### 3.1.1 DELIMITAÇÃO DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

No Quadro 18 são resgatados os objetivos específicos expostos no capítulo 1 e a forma como estes foram alcançados.

**Quadro 18 – Delimitação dos objetivos específicos**

Objetivos específicos	Procedimentos
Mapear os dados disponíveis nas bases de dados que compilam informações da área de CT&I no contexto dos estados do Nordeste brasileiro;	Mapeamento dos dados disponíveis em bases de dados e relatórios;
Propor um sistema de indicadores para a composição do índice a partir de um mapeamento dos indicadores de CT&I utilizados nas experiências nacionais e internacionais;	Revisão sistemática da literatura;
Aplicar a metodologia de construção de indicadores compostos proposta pela OCDE (2008) para a construção do índice;	Aplicação da metodologia proposta pela OCDE (2008) e tratamento e análise dos dados com a utilização do software R

Classificar os estados do Nordeste de acordo com o seu desempenho, avaliando as distintas dimensões do processo inovativo.	Inferência e divulgação dos resultados.
--	---

Fonte: Elaboração própria (2023)

Após a etapa de identificação do problema, escolha dos objetivos geral e específicos, e delimitação do objeto e lócus de pesquisa, é apresentados os percursos metodológicos, na qual estão divididos nos seguintes itens.

### 3.1.2 MÉTODO, COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A presente pesquisa pode ser classificada como de natureza aplicada, dado que busca gerar conhecimentos adequados para uma aplicação prática, e, assim, solucionar questões ou problemas específicos, envolvendo interesses locais (GIL, 2017). Diante disso, o Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação se constitui como um instrumento de avaliação das diferentes dimensões dos processos de inovação estadual.

No que diz respeito a abordagem, a pesquisa se caracteriza como quantitativa, uma vez que utiliza de procedimentos quantitativos para a construção do índice que de modo a possibilitar o alcance do objetivo proposto. Para Creswell e Creswell (2021), a pesquisa quantitativa objetiva testar teorias e examinar a relação entre variáveis, permitindo o controle de explicações alternativas e apresentando a capacidade de generalização e replicação dos achados.

Quanto aos objetivos, a pesquisa se configura como exploratória e descritiva, pois visa explorar o fenômeno e o contexto analisado, de modo a oferecer subsídios para a investigação; e destina-se a observar, registrar, analisar e descrever os dados coletados (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Ademais, será utilizado o método estatístico, uma vez que se propõe o uso de um conjunto de técnicas estatísticas para a construção do índice, como análises multivariadas, correlações e análise de sensibilidade.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa se caracteriza como bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica busca coletar evidências da literatura como forma de resolver um problema a partir de referências teóricas já publicadas. A pesquisa documental, por outro lado, recorre a fontes mais diversificadas e não tratadas, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, dentre outras (FONSECA, 2002)

Os dados foram coletados através de relatórios e documentos de CT&I publicados por agências nacionais, e estatísticas oficiais como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), Pesquisa de Inovação (PINTEC), Relação Anual das Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

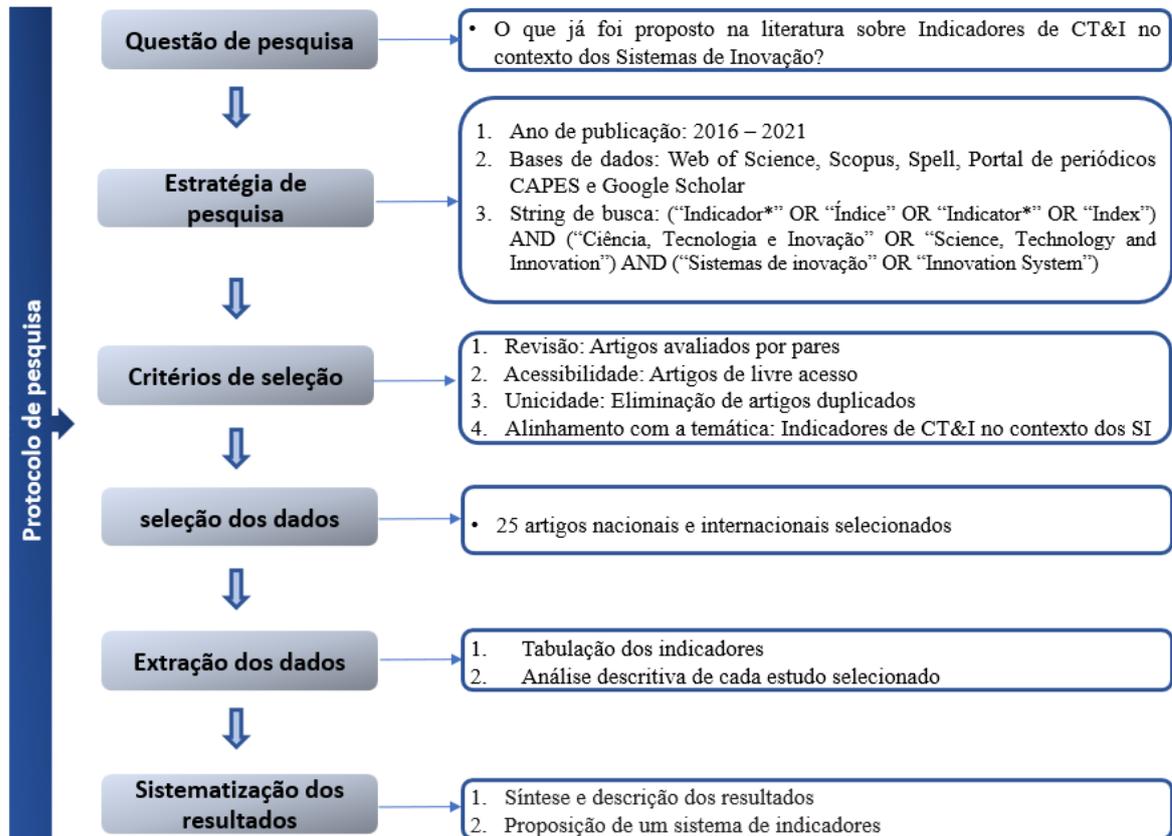
A revisão da literatura, por sua vez, foi realizada a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura, com o objetivo de coletar a maior quantidade de evidências sobre o fenômeno estudado. Os procedimentos de execução da RSL são descritos a seguir.

### **3.2 Etapas da pesquisa bibliográfica**

Para o desenvolvimento do referencial teórico e proposição do sistema de indicadores de CT&I foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura. A RSL teve como objetivo identificar a literatura relacionada aos Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no contexto dos Sistemas de inovação, no intuito de fundamentar a composição do Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação. Para Staples e Niazi (2007) a RSL é uma metodologia que visa à identificação dos estudos publicados em uma determinada temática, permitindo a análise da produção científica com vistas a responder a uma questão de pesquisa específica, se constituindo, pois, como uma importante etapa para a descoberta de tendências, lacunas e, ainda, possibilidades de pesquisas futuras.

Nesse sentido, a execução desta revisão se baseou nas etapas propostas por Kitchenham (2004), que indica, em seu guia para estudos de revisão sistemática, três etapas que devem ser seguidas para a realização de uma revisão: 1) planejamento, 2) execução e 3) sumarização. A autora estabelece, ainda, alguns passos para realização das etapas, conforme figura 5.

**Figura 5 – Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura**



Fonte: Elaboração Própria (2023)

Os dados foram coletados nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, Portal de periódicos CAPES, *Spell* e *Google Scholar*, entre os dias 15 e 30 de outubro de 2021. A escolha das bases de dados se deu pela cobertura nacional e internacional da temática proposta.

Para coleta de dados foram utilizadas palavras-chave que remetessem, de alguma forma, aos Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação, com auxílio dos operadores booleanos OR/AND/\*/“ ”/( ). Assim, foi utilizada a seguinte *string* de busca: (“Indicador\*” OR “Índice” OR “Indicator\*” OR “Index”) AND (“Ciência, Tecnologia e Inovação” OR “Science, Technology and Innovation”) AND (“Sistemas de inovação” OR “Innovation System”). Utilizou-se um recorte temporal dos anos 2016 a 2021 de modo a direcionar aos estudos mais recentes. Não houve restrição de idioma – em conformidade com Kitchenham (2004) que recomenda evitar, tanto quanto possível, exclusões com base no idioma do estudo principal.

A partir da busca nas cinco bases de dados foram encontrados 576 artigos. Os resultados foram importados para o software de gerenciamento de referências *StArt*, de modo a auxiliar na documentação de todo o processo de execução da Revisão Sistemática. Após a aplicação dos critérios de seleção, foram eliminados 31 estudos duplicados e 6 textos editoriais. Após o

primeiro filtro, foi realizada a leitura dos resumos dos 545 artigos e, posteriormente, foram excluídos os artigos cujos objetos de estudo não abordavam diretamente a temática da revisão.

Dessa forma, 25 artigos foram selecionados para a fase de leitura integral dos textos e, posteriormente, extração e sumarização dos dados<sup>1</sup>. Todavia, após a leitura integral dos 25 artigos selecionados, averiguou-se que parte desses artigos utilizavam indicadores propostos por instituições de CTI, como os propostos pela Comissão Europeia, para a avaliação de determinados contextos em espaços temporais específicos. Assim, especificamente para a proposição do índice, optou-se por utilizar apenas os indicadores oriundos de sistemas autorais de modo a evitar uma demasiada duplicidade de indicadores, considerando, pois, 12 artigos cujos autores propuseram sistemas de indicadores próprios.

A partir disso, foi possível identificar os principais indicadores utilizados na experiência nacional e internacional para a avaliação da CT&I, contribuindo, pois, para o alcance do segundo objetivo específico dessa dissertação: Propor um sistema de indicadores para a composição do índice estadual de CT&I. Ademais, os conteúdos selecionados contribuíram para uma atualização teórica dos demais subtópicos do referencial teórico desenvolvido neste trabalho.

A seguir são descritos os procedimentos da pesquisa empírica.

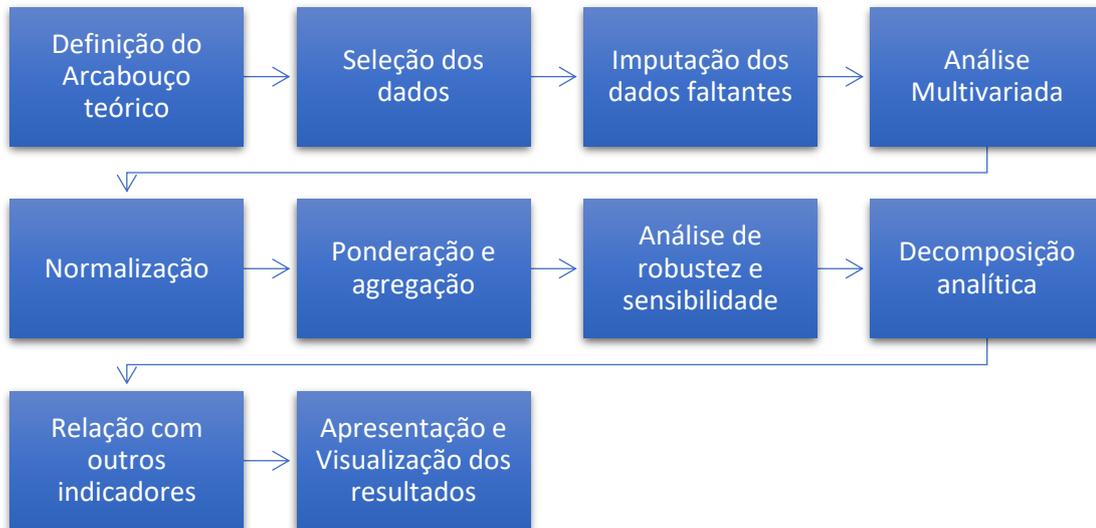
### **3.3 Etapas da pesquisa empírica**

Para proporcionar sustentação científica à construção do Índice estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação foram utilizados os procedimentos metodológicos propostos no *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, publicado pela OCDE em 2008, conforme a figura 2, na seção 2.4 deste trabalho. A justificativa para a utilização da metodologia se encontra na baixa padronização na construção de indicadores compostos no contexto brasileiro. Dessa forma, busca-se superar lacunas e evitar inconsistências metodológicas no processo de construção.

A execução da pesquisa seguiu uma “sequência ideal” de dez etapas que ofereceu uma maior robustez ao Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação, conforme figura 6:

---

<sup>1</sup> A lista dos artigos selecionados está disposta na seção de apêndice.

**Figura 6** – Etapas da pesquisa empírica

Fonte: A partir de OCDE (2008)

Onde:

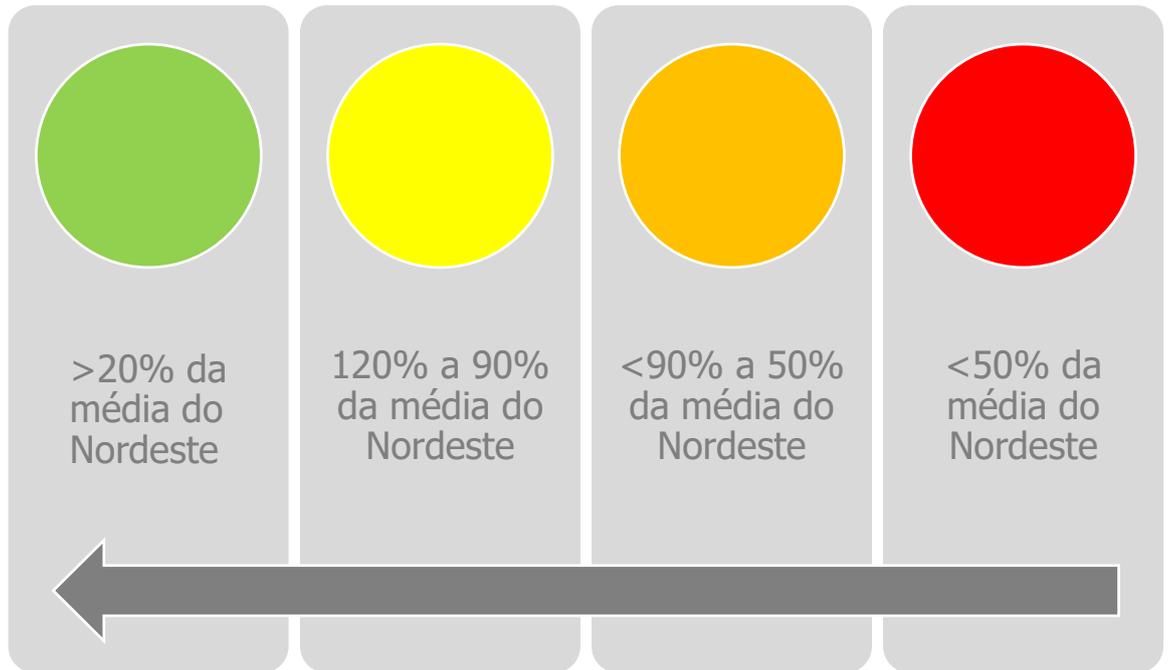
1. Definição do arcabouço teórico: O primeiro passo para a construção do Índice é o desenvolvimento de uma estrutura teórica sólida para fornecer a base para a seleção e combinação de indicadores únicos em um indicador composto significativo. Isso se dá a partir da definição de um modelo teórico que compreenda o objeto a ser medido e fundamente a seleção dos indicadores, permitindo quantificar as diversas dimensões que o compõem. Dessa maneira, para fins deste trabalho, foi utilizada a concepção de Sistemas Regionais de Inovação (COOKE *et al.*, 1997) como abordagem teórica que fundamentou o processo de mensuração, tendo em vista que o estudo se propõe a avaliar a CT&I através de um recorte estadual e analisar os elementos que contribuem para o desenvolvimento da Ciência, tecnologia e inovação nos Sistemas Regionais de Inovação do Nordeste brasileiro.
2. Seleção de dados: O segundo passo compreende a seleção das variáveis de avaliação. Para o manual, é ideal que as variáveis sejam selecionadas com base em sua relevância, solidez analítica, mensurabilidade e acessibilidade. No entanto, apesar de ser guiado pelo quadro teórico escolhido, o processo de seleção de dados pode ser considerado de natureza subjetiva, uma vez que pode não haver um único conjunto definitivo de indicadores. Além disso, a ausência de dados relevantes também pode ser considerado um limitador, sendo necessário garantir a qualidade dos indicadores selecionados. Dessa maneira, as variáveis foram determinadas através dos indicadores utilizados nas

experiências nacional e internacional identificados na RSL e, a posteriormente, do mapeamento dos dados disponíveis para o *locus* de pesquisa.

3. Imputação de dados perdidos: Após a coleta dos dados é necessário analisar os dados faltantes e a necessidade da aplicação de técnicas de imputação. A falta de dados, muitas vezes, pode dificultar a construção de índices robustos. Vale ressaltar que a escolha do método deve considerar as características e naturezas dos dados coletados.
4. Análises estatísticas: Após analisar a necessidade de imputação de dados, o manual recomenda a utilização de análises multivariada, dado que, por vezes, indicadores são selecionados de forma arbitrária, sem considerar as inter-relações entre eles, resultando em índices “pobres em informação”. Assim, análise multivariada é útil na avaliação da adequação do conjunto de dados (OCDE, 2008). No entanto, devido a características dos dados em que o número de observações era menor que o número de variáveis, não foi possível a aplicação de uma análise multivariada – Componente Principais, Análise Fatorial ou Análise de Cluster. Como substituição, optou-se por realizar uma série de testes estatísticos de modo a verificar a coerência estatística do conjunto de dados coletados. Para tanto, realizou-se testes de confiabilidade interna dos dados e testes de correlação.
5. Normalização: Após a realização dos procedimentos preliminares, passou-se para a etapa destinada a agregar os indicadores e sintetizá-los em um único índice. Antes da agregação dos dados é necessário realizar a normalização dos dados, dados que o conjunto de dados geralmente possuem unidades de medição diferentes. Para isso, utilizou-se a técnica de proporcionalidade, que visa normalizar um conjunto de indicadores de modo a inseri-los em uma faixa idêntica  $[-, 1]$  no qual o maior resultado recebe o valor 1 e os demais são atribuídos proporcionalmente (OCDE, 2008).
6. Ponderação e agregação: Após a normalização, foi realizada a ponderação e agregação. Para a etapa de ponderação foi utilizada a ponderação de peso igual, isto é, todas as variáveis receberam o mesmo peso. Ressalta-se que ponderação igual não significa “sem pesos”, mas implica que os pesos são iguais. Para a OCDE (2008), a ausência de uma forma “objetiva” de ponderação e métodos de agregação não implica, necessariamente, à rejeição da validade dos índices, desde que todo o processo seja transparente. Após a definição dos pesos, iniciou-se o processo de agregação. Para tal, foi utilizada a técnica de agregação aditiva que consiste na soma dos indicadores normalizados e ponderados. Apesar de existir outras técnicas de agregação, a agregação aditiva é a mais utilizada na construção de índices (OCDE, 2008).

7. Robustez e sensibilidade: A análise de sensibilidade deve ser realizada para avaliar a robustez do índice. A análise de incertezas tem como objetivo avaliar como a incerteza nos fatores de entrada se propaga através da estrutura do índice e afeta os valores dos indicadores. A análise de sensibilidade, por sua vez, avalia a contribuição da fonte individual de incerteza para a variância da produção (BALCONI; STEFANO; ORSENIGO, 2010). Diante disso, realizou-se uma análise de sensibilidade com vistas a testar as incertezas que surgiram durante o processo de construção do índice, contribuindo para (1) a avaliação da robustez do índice, (2) aumentar sua transparência, (3) identificar quais regiões são favorecidas ou enfraquecidas sob certas premissas e (4) ajudar a estruturar um debate em torno do índice (OCDE, 2008).
8. Decomposição analítica: Após a construção do índice passou-se para a etapa de apresentação dos resultados. Para tanto, utilizou-se a decomposição analítica que permite a apresentação dos resultados por dimensões e indicadores individuais, identificando quais deles contribuem mais ou menos para o resultado síntese. Essa apresentação permite revelar as especificidades dos sistemas de inovação de casa estado analisado, bem como apontar as forças e fragilidades de cada um. Dentre as diversas possibilidades, o manual recomenda que seja realizado a decomposição do índice em partes individuais e que realizados testes de correlação e causalidades, de modo a identificar o que está impulsionando os resultados do índices e, sobretudo, se o índice está excessivamente dominado por um pequeno número específico de indicadores. Ademais, o perfil do desempenho pode ser traçado a partir de: (i) líderes e retardatários, (ii) diagramas de aranha e (iii) apresentações de semáforos. Em consonância com o *Summary Innovation Index*, as Ufs foram ranqueadas de acordo com seu desempenho e discriminadas em quatro grupos: (1) Inovadores Líderes, (2) Inovadores Seguidores, (3) Inovadores Moderados e (4) Inovadores Modestos. Para tanto, será utilizada a média da região Nordeste como referência, conforme figura 7.

**Figura 7** – Escala de Classificação das Unidades Federativas do Nordeste



Fonte: A partir de Comissão Europeia (2021)

9. Relação com outros indicadores: Recomenda-se correlacionar os resultados do índice com outros fenômenos mensuráveis relacionados, como forma de investigar a coerência da metodologia escolhida e sua capacidade de gerar resultados consistentes. Para isso, foi realizado o cálculo da correlação, que quantifica o grau de relação entre dois conjuntos de dados, medindo o sentido das suas variações em relação a indicadores consolidados como o PIB e IDH.
10. Apresentação e Visualização: Por fim, o último passo constitui recomendações para a apresentação dos resultados e divulgação. Os índices devem ser capazes de comunicar de forma rápida e precisa informações úteis aos tomadores de decisão e outros usuários finais (OCDE, 2008). Para tanto, as informações foram dispostas em gráficos e tabelas com vistas a apresentar os resultados de forma clara e objetiva.

A partir de tais procedimentos tornou-se possível propor um Índice sintético de inovação com vistas a mensurar a Ciência, Tecnologia e Inovação das Unidades Federativas do Nordeste brasileiro. Além disso, viabilizou a compilação de informações relevantes para a compreensão das fragilidades e lacunas existentes nos sistemas inovativos da região.

Os processos de construção do índice, bem como os resultados da mensuração para os estados do Nordeste são descritos na seção de resultado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico são descritos os dez passos executados – fundamentados na metodologia proposta pela OCDE (2008) – para a construção do Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação no contexto do Nordeste brasileiro.

Inicialmente são apresentados os processos concernentes à proposição do conjunto de indicadores para compor o índice, correspondendo aos passos 1 a 3 da metodologia proposta. Posteriormente, é descrito o processo de construção do índice abrangendo a aplicação de testes estatísticos com vistas a analisar a adequação da estrutura teórica proposta na mensuração do fenômeno estudado e, posteriormente, as técnicas de ponderação e agregação dos indicadores (passos 4 a 8). Por fim, são apresentados os resultados da pesquisa, envolvendo a classificação das Unidades Federativas do Nordeste no índice, bem como a análise das distintas dimensões do processo inovativo e seu impacto sobre os resultados do índice.

### 4.1 Estrutura do Índice Estadual de Inovação (passos 1 a 3)

Anteriormente à construção do índice, se faz necessário a compreensão do fenômeno o qual deseja-se mensurar, de modo a assegurar uma correta definição dos indicadores e variáveis para tal medição. Assim, na primeira etapa da pesquisa, definiu-se o arcabouço teórico que fundamentou todo o processo de mensuração, permitindo o delineamento dos elementos que contribuem para o desenvolvimento inovativo das Unidades Federativas.

Diante disso, adotou-se a abordagem de Sistemas Regionais de Inovação que, em consonância com Cooke *et al.*, (1992), reconhece o importante papel do espaço geográfico no desenvolvimento inovativo das regiões, bem como do conjunto de atores inseridos em um mesmo ambiente institucional no qual, a partir de processos de interação, atuam na geração e difusão de conhecimentos.

A abordagem de SRI, para Cooke (2001), reconhece a influência de elementos territoriais para o desenvolvimento dos sistemas inovativos, tais como: (1) importância das regiões como foco de competitividade econômica global por parte das empresas; (2) importância da definição de rotinas, regras e normas institucionais a serem respeitadas pela região; (3) redes formais e informais como mecanismos de sustentação dos relacionamentos de alta confiança, importantes para minimizar os custos de transação entre empresas; (4) importância da proximidade geográfica para facilitar a troca de conhecimento tácito inovador e outras externalidades; e (5) reconhecimento da importância de um ambiente de aprendizagem institucional e organizacional favorável ao desenvolvimento econômico regional.

Fundamentado na estrutura de SRI, entende-se que este é constituído por dois subsistemas principais, conforme descrito na figura 2 na seção 2.3 desta dissertação, a saber: o (1) subsistema de aplicação e exploração do conhecimento e o (2) subsistema de geração e difusão do conhecimento. Assim, compreende-se que o SRI é composto por instituições que atuam na infraestrutura de apoio regional (instituições mediadoras tecnológicas, instituições mediadoras jurídicas, instituições públicas e organizações não governamentais e instituições de ensino superior) e por organizações que constituem o sistema produtivo local (empresas, fornecedores, clientes, colaboradores e competidores).

Ademais, reconhece-se que os subsistemas estão inseridos em um mesmo contexto socioeconômico e cultural e sofrem influência de fatores externos, tais como do SNI e de seus instrumentos de política, de outros SRI, e de instituições e políticas internacionais, havendo, portanto, fluxos e interação de recursos, de capital humano e de conhecimentos que propiciam a criação e difusão de conhecimentos, fortalecendo o SRI.

Remetendo ao objeto deste estudo, a região Nordeste é composta por uma série de instituições de CT&I que atuam de modo a propiciar um ambiente inovador. O quadro 19 apresenta os principais atores de CT&I que constituem os SRIs do Nordeste, de acordo com o mapeamento realizado pela CGEE.

**Quadro 19** – Principais atores constituintes dos SRI do Nordeste

<b>Atores institucionais</b>	<b>Descrição</b>	<b>Identificação</b>
Universidades	Formação de Capital Humano qualificado; Núcleos de pesquisa; atividades de extensão.	UFAL, IFBA, UFBA, UFOB, UFRB, UFSB, UFC, UFCA, UNILAB, IFMA, UFMA, UFCG, UFPB, UFDPAr, UFPE, UFRPE, UNIVASF, UNAPE, UFPI, UFERSA, UFRN, UFSE
Instituições de ciência, tecnologia e inovação (ICTI)	Pesquisa e Desenvolvimento de tecnologias; difusão de conhecimentos e tecnologias gerados nas instituições; inserção de produtos, serviços e processos no mercado	Embrapa Agroindústria Tropical (CE); Embrapa Algodão (PB); Embrapa Caprinos e Ovinos (CE); Embrapa Cocais (MA); Embrapa Mandioca e Fruticultura (BA); Embrapa Meio Norte (PI); Embrapa Semiárido (PE); Embrapa Tabuleiros Costeiros (CE); Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (BA); Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (PE); Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (PB); Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (RN); Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (SE); Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (PE); Centro de Pesquisa Ageu Magalhães (PE); e Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz (BA)
Sistema MCTI	Pesquisa e Desenvolvimento de inovações tecnológicas; difusão de tecnologias; implementação de políticas públicas; articulação interinstitucional entre esferas do poder	Instituto Nacional do Semiárido (PB); Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (PE); e Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (PE);

Institutos estaduais de tecnologia	Pesquisa e Desenvolvimento e inovação; Oferta de serviços tecnológicos; aprimoramento de Tecnologias da Informação e Comunicação	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (Cepedi/Bahia); Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco (Itep); Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme); Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (Nutec/Ceará); e Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS).
Parques tecnológicos e incubadoras	Promoção do desenvolvimento tecnológico e inovação; gestão de projetos científicos e de desenvolvimento tecnológico para a inovação; fomento ao desenvolvimento de ecossistemas de inovação.	Centro Incubador de Empresas de Sergipe (SE); Fundação Parque Tecnológico do Paraíba (PB); Incubadora de Empresas de Alagoas (AL); Incubadora de Empresas Base Tecnológica (SE); Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de Ilhéus (BA); Incubadora Tecnológica de Campina Grande (PB); Incubadora Tecnológica do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CE); Parque de Desenvolvimento Tecnológico (CE); Parque Tecnológico de Sergipe (SE); Parque Tecnológico da Nutec (CE); e Porto Digital (PE);
Fundações de apoio	Promoção da CT&I; fomento à pesquisa, processos e produtos inovadores; acompanhamento e avaliação de programas	Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (PE); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (AL); Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (MA); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (PI); Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (RN); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (BA); Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (PB); Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (SE); Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CE).

Fonte: Elaboração própria (2023)

Essas instituições atuam na produção, no assessoramento, na capacitação, no fomento financeiro e na difusão de conhecimentos e tecnologia, de modo a favorecer a criação e manutenção de um ambiente propício ao desenvolvimento inovativo das Unidades Federativas do Nordeste.

Vale ressaltar que, além da existência de diversos atores institucionais, o conceito de SRI reconhece a influência das interações entre os atores nacionais e internacionais, a exemplo do SNI e ou outros SRI. Dessa maneira, pode-se citar o MCTIC que atua na construção e coordenação de programas direcionados a CT&I, incluindo agências como CNPQ, FINEP, CGEE e BNDES que direcionam esforços ao desenvolvimento inovativo das UF.

Definido o arcabouço teórico que fundamentou o processo de análise do desenvolvimento inovativo das UF do Nordeste, seguiu-se a seleção dos indicadores de CT&I para compor o Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação.

A partir das experiências nacionais e internacionais, identificadas através da Revisão Sistemática da Literatura, foi possível identificar uma série de indicadores utilizados como instrumento para avaliar a ciência, tecnologia e inovação nos contextos nacionais e regionais. Com base nos resultados da busca, foram selecionados os indicadores para compor o Índice

Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação e os pilares e dimensões que constituem o processo inovativo no contexto estudado.

Foram considerados, além da supracitada literatura científica, os indicadores desenvolvidos pela Comissão Europeia – o *summary innovation index* – e pela *World Intellectual Property Organization* – o *Global Innovation Index* – considerando a longa experiência na construção de índices e indicadores relevantes que refletem o nível de complexidade do fenômeno inovativo e por sobrepujarem a concepção de indicadores limitada a *inputs* e *outputs*.

A escolha dos indicadores se deu, inicialmente, através de uma síntese dos indicadores identificados, no qual foram excluídos aqueles que apresentavam informações similares para evitar duplicidade de indicadores. Após a condensação, foram selecionados os indicadores em consonância com a realidade brasileira, isto é, os indicadores propícios para analisar a CT&I considerando os aspectos econômicos, políticos e culturais que caracterizam os sistemas de inovação brasileiros e que incorporam as características de países em desenvolvimento.

Para isso, foram consideradas as recomendações da UNCTAD (2010) que propõe que os indicadores de CT&I, sobretudo nos países em desenvolvimento, devem fornecer informações sobre o ambiente socioeconômico, incluindo os diferentes atores que compõem os Sistemas de Inovação, de modo a apreender os processos de (1) geração, (2) disseminação e (3) apropriação do conhecimento.

Vale ressaltar que, apesar de identificados um número maior na literatura, os indicadores foram selecionados levando em consideração os dados disponíveis no sistema estatístico brasileiro para o *lôcus* de pesquisa, o que impediu a utilização de outros indicadores para a composição do índice, uma vez que o recorte estadual – sobretudo para a região nordeste – apresenta lacunas na sistematização de dados.

A partir de tais considerações, propõe-se um sistema de indicadores composto por 4 pilares, 12 dimensões e 28 indicadores para compor o Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação, conforme quadro 20.

**Quadro 20** – Sistema de Indicadores do Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação

Pilar	Dimensão	Indicador	Autores	Fonte de dados
Condições Estruturais	Capital humano em ciência e tecnologia	1.1.1 Novos doutores titulados	Zhan (2017); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Gonçalves e Santana (2020); Comissão Europeia (2021);	CAPES

Investimentos		1.1.2 Novos mestres titulados	Zhan (2017); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021);	CAPES
		1.1.3 Novos graduados	Yi, Dezhi, Wen (2019); Zhan (2017); Reid, et al (2019); Zziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Hlaváček e Siviček (2017); Beneli, Carvalho e Furtado (2022);	INEP
	Excelência do sistema de pesquisa	1.2.1 N° docentes na Pós-Graduação	Silva, Quintino e Santana (2018)	CAPES
		1.2.2 Publicação bibliográfica per capita	Yi, Dezhi, Wen (2019); Zhan (2017); Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Xianzhong et al. (2021); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Silva, Quintino e Santana (2018); Silva Neto e Reis filho (2019);	WoS
	Infraestrutura	1.3.1 Penetração de banda larga	Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Comissão Europeia (2021)	ANATEL
		1.3.2 Número de instituições de CT&I	Zhan (2017)	ANPROTEC
	Dispêndio público estadual em atividades inovativas	2.1.1 Dispêndio público estadual em pesquisa e desenvolvimento como proporção da receita do estado	Yi, Dezhi, Wen (2019); Zhan (2017); Reid, et al (2019); Zziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Gonçalves e Santana (2021); Comissão Europeia (2021);	MCTI e Tesouro Nacional
		2.1.2 Dispêndio público estadual em atividades científicas e técnicas correlatas como proporção da receita do estado	Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Silva, Quintino e Santana (2018); Gonçalves e Santana (2020)	MCTI e Tesouro Nacional
		2.1.3 Despesas com educação como proporção da receita do estado	Yi, Dezhi, Wen (2019);	Tesouro Nacional
	Dispêndio empresarial em	2.2.1 Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de P&D	Yi, Dezhi, Wen (2019); Zhan (2017); Reid, et al	PINTEC

Atividades Inovativas	atividades inovativas		(2019); Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Xianzhong et al. (2021); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021);	
		2.2.2 Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna	Zhan (2017); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021);	PINTEC
		2.2.3 Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada	Comissão Europeia (2021);	PINTEC
	Financiamentos à inovação por parte de instituições de fomento	2.3.1 Operações contratadas por instituições de fomento direcionadas a inovação por UF;	Yi, Dezhi, Wen (2019);	BNDES, FUNDECI/BNB, FINEP
	Inovadores	3.1.1 Taxa de inovação de produto e/ou de processo	Yi, Dezhi, Wen (2019); Zhan (2017); Xianzhong et al. (2021); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Silva, Quintino e Santana (2018); Comissão Europeia (2021);	PINTEC
		3.1.2 Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing	Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021)	PINTEC
	Redes de cooperação	3.2.1 Taxa de cooperação	Yi, Dezhi, Wen (2019); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021);	PINTEC
		3.2.2 Percentual do valor médio de desembolso com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas	Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019);	CNPQ
	Ativos intelectuais	3.3.1 Patente depositada per capita	Yi, Dezhi, Wen (2019); Zhan (2017); Reid, et al (2019); Xianzhong et al. (2021); Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Hlaváček e Siviček (2017); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Silva, Quintino e Santana (2018); Gonçalves e Santana (2020);	INPI

Impactos			Comissão Europeia (2021);	
		3.3.2 Marca depositada per capita	Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021);	INPI
		3.3.3 Desenho industrial depositado per capita	Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021);	INPI
	Ocupações em ciência, tecnologia e inovação	4.1.1 Ocupações em ciência tecnologia e inovação como proporção das ocupações	Yi, Dezhi, Wen (2019); Zhan (2017); Reid, et al (2019); Xianzhong et al. (2021); Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Hlaváček e Siviček (2017); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021);	RAIS
		4.1.2 Absorção mestres e doutores na indústria e em atividades de TIC e de PD&I em relação ao total de ocupações	Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019);	RAIS
		4.1.3 Especialistas em TICs	Comissão Europeia (2021)	RAIS
	Exportações intensivas em tecnologia e em conhecimento	4.2.1 Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção das exportações	Yi, Dezhi, Wen (2019); Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Comissão Europeia (2021);	MDIC
		4.2.2 Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações	Beneli, Carvalho e Furtado (2022); Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019); Comissão Europeia (2021);	MDIC
	Estabelecimentos em atividades relativas às TIC	4.3.1 Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis	Yi, Dezhi, Wen (2019); Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019);	RAIS
		4.3.2 Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação	Yi, Dezhi, Wen (2019); Ziyang Li, Hongwei, Hongda (2019);	RAIS

Fonte: Elaboração própria (2023)

Conforme descrito no quadro, compreende-se que o processo inovativo pode ser descrito a partir de quatro pilares: (1) Condições estruturais; (2) Investimentos; (3) Atividades Inovativas; e, (4) Impactos. A definição de tais pilares se deu a partir da compreensão da inovação como um fenômeno sistêmico estabelecido a partir da atuação de um conjunto de

atores institucionais, das condições estruturais locais e dos investimentos direcionados ao seu desenvolvimento – em consonância com o *Summary Innovation Index* (COMISSÃO EUROPEIA, 2021). Ademais, cada pilar é composto por 3 dimensões e 7 indicadores que apresentam pesos iguais no sistema índice, permitindo mensurar as forças e fraquezas de cada sistema de inovação.

O pilar Condições Estruturais busca capturar os principais impulsionadores da inovação externos à empresa e que compõem o 2º subsistema do Sistema Regional de Inovação. Assim, o pilar considera os principais atores do SRI a partir de três dimensões: (1) Capital Humano em Ciência e Tecnologia, que mensura a força de trabalho qualificada implicando maiores possibilidades de avanço tecnológico, tendo em vista seu papel nas atividades de P&D; (2) Excelência do Sistema de Pesquisa, que mede a competitividade da base científica regional; e (3) Infraestrutura, que mensura as condições propícias a um ambiente inovativo, como a presença de instituições de CT&I e o acesso à Internet.

A dimensão Capital Humano em Ciência e Tecnologia é composta por três indicadores que visam mensurar a força de trabalho e o fornecimento de mão de obra altamente qualificada com vistas à sistemática geração, avanço, difusão e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, a saber: (1) Doutores titulados per capita, (2) Mestres titulados per capita e (3) Graduados titulados per capita. O capital humano altamente qualificado é reconhecido como essencial para o desenvolvimento e difusão do conhecimento, constituindo-se como o elo entre o progresso tecnológico, o crescimento econômico, o desenvolvimento social e o bem-estar ambiental (OCDE, 1995).

A partir desse entendimento, a OCDE, em conjunto com a Comissão Europeia/Eurostat, desenvolveu o Manual de Camberra – Quinto manual da “família Frascati” – com o objetivo de fornecer uma estrutura para a mensuração de Capital Humano em C&T. Para o manual, a combinação de Ciência e Tecnologia e os, até então, recursos humanos (RH) é um fator-chave para a competitividade e para o desenvolvimento econômico, sendo, também, essencial para lidar com as questões ambientais em um contexto cada vez mais tecnológico.

Os indicadores referentes à Capital Humano em C&T – nomeado pelo manual como “Recursos Humanos em Ciência e Tecnologia” (HRST) – visam descrever a força de trabalho especializada e qualificada. Para tanto, são considerados (1) todos aqueles que concluíram o ensino pós secundário (2) aqueles que ocupam uma posição em cargos voltados à C&T, ou, mais restritamente, abrange apenas aqueles com pelo menos qualificações de nível universitário em ciências naturais ou engenharia.

Assim, em consonância com o manual de Camberra, foram definidos os indicadores para compor a dimensão do Capital Humano em C&T abrangendo graduados, mestres e doutores titulados per capita, conforme quadro 21.

**Quadro 21** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Capital Humano em C&T

Indicador	Variáveis	Fonte
Doutores titulados per capita	Número de novos doutores titulados	GEOCAPES (2020)
	População residente	IBGE (2020)
Mestres titulados per capita	Número de novos Mestres titulados	GEOCAPES (2020)
	População residente	IBGE (2020)
Graduados titulados per capita	Número de novos Graduados titulados	FNDE (2020)
	População residente	IBGE (2020)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para viabilizar a utilização de tais indicadores, foram utilizados os dados provenientes da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), instituição vinculada ao Ministério da Educação do Brasil, que atua na expansão e consolidação da pós-graduação stricto sensu no país. Desde o ano de 1975 a CAPES é responsável pela avaliação sistemática dos programas de pós-graduação, dispondo, portanto, de importantes dados relativos à expansão e impactos do sistema de pesquisa no país.

No decorrer dos anos os sistemas de coleta e fornecimento dos dados foi aperfeiçoado e, no ano de 2014, os dados passaram a ser coletados e disponibilizados através da plataforma Sucupira que, desde então, disponibiliza informações, processos e procedimentos do Sistema Nacional de Pós-Graduação para toda a comunidade acadêmica (CAPES, 2022).

Desse modo, foram coletados os dados referentes a Mestres e Doutores titulados para cada Unidade Federativa do Nordeste. No que diz respeito ao recorte temporal, foi utilizado o ano de 2020 uma vez que os dados mais recentes disponibilizados pela plataforma referem-se ao respectivo ano.

Para o terceiro indicador “graduados titulados per capita” utilizou-se dos dados provenientes do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O INEP – autarquia federal vinculada ao Ministério de Educação – é o órgão responsável pelas evidências educacionais e atua em três esferas: (1) avaliações e exames educacionais; (2) pesquisas estatísticas e indicadores educacionais; e (3) gestão do conhecimento e estudos (INEP, 2022). Assim como os demais indicadores que compõem a dimensão, o indicador de “graduados titulados per capita” considera os dados mais recentes disponibilizados pelo órgão responsável, o ano de 2020.

A dimensão Excelência do Sistema de Pesquisa busca mensurar a competitividade da base científica regional. Dentre os esforços de mensuração dos sistemas de pesquisa, a maioria

dos estudos utilizam indicadores de pesquisa científica, uma vez que esta representa, em termos pragmáticos, as interações e fluxos de conhecimentos (OKUBO, 1997), a partir de publicações como livros, dissertações e teses, artigos de conferência e artigos publicados em periódicos científicos avaliados por pares – sendo este o mais utilizado considerando a crescente internacionalização da produção científica (ZHAN, 2017; SILVA; QUINTINO; SANTANA, 2018; SILVA NETO; REIS FILHO, 2019; ZIYANG LI; HONGWEI; HONGDA 2019; YI; DEZHI; WEN, 2019; XIANZHONG et al., 2021; BENELI, 2021)

Para Mugnaini, Jannuzzi e Quoniam (2004), os indicadores bibliométricos, além de possibilitarem a compreensão do ciclo de produção, reprodução e disseminação da ciência, podem contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento de uma política que considere a base científica e tecnológica nacional. Permitem, ainda, fornecer informações relevantes para a tomada de decisão em ciência, tecnologia e inovação (CT&I), considerando oportunidades e desafios para a gestão continuada na área (CGEE, 2015).

Um segundo indicador foi proposto para compor a dimensão excelência do sistema de pesquisa, o número de docentes na pós-graduação, que se relaciona, mais precisamente, com a infraestrutura desses sistemas, dado que a produção científica brasileira concentra-se nos programas de pós-graduação (Silva; Quintino; Santana; 2018).

O quadro 22 apresenta os indicadores e as respectivas variáveis da dimensão excelência do sistema de pesquisa.

**Quadro 22** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Excelência do Sistema de Pesquisa

Indicador	Variáveis	Fonte
Docentes na pós-graduação per capita	Número de docentes na pós-graduação	GEOCAPES (2020)
	População residente	IBGE (2020)
Artigos publicados per capita	Número de artigos publicados por UF	WoS (2020)
	População residente	IBGE (2020)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para a construção do índice, optou-se por utilizar o indicador artigos científicos publicados per capita com vistas a apreender a disseminação dos resultados de cada base científica estadual. Para tanto, utilizou-se a base de dados *Web of Science* que oferece dados quantitativos quanto a produção científica de alto impacto para cada Unidade Federativa, sendo uma das principais bases utilizadas para este fim a nível nacional e internacional (ZHAN, 2017; SILVA; QUINTINO; SANTANA, 2018; SILVA NETO; REIS FILHO, 2019; ZIYANG LI; HONGWEI; HONGDA 2019; YI; DEZHI; WEN, 2019; XIANZHONG et al., 2021; BENELI, 2021). No que diz respeito ao número de docentes na pós-graduação, foi utilizada a plataforma

GEOCAPES que congrega todas as informações relativas aos programas de pós-graduação no país.

Por fim, a última dimensão do pilar Condições Estruturais busca mensurar as condições propícias para um ambiente inovativo, isto é, em que medida as regiões apresentam condições “básicas” para o desenvolvimento de atividades inovativas.

Para tanto, utilizou-se o indicador de penetração de banda larga que mensura a quantidade de acessos à Internet como proporção a população residente. Vale destacar que no Brasil o indicador mais utilizado para avaliar o acesso à internet utiliza como proporção as residências com acesso à banda larga, todavia esse indicador pode dificultar o processo de comparação com demais regiões, ou, até mesmo, com demais países, uma vez que as características regionais de habitação podem influenciar no resultado deste indicador. Por esse motivo, levando em consideração as recomendações internacionais, optou-se por utilizar o acesso à banda larga como proporção da população residente, isto é, a penetração de banda larga.

O segundo indicador desta dimensão visa mensurar a presença de instituições de CT&I em cada Unidade Federativa. Este indicador tem como objetivo captar o apoio institucional ao desenvolvimento inovativo a partir da atuação e colaboração entre os diversos atores que compõem os sistemas de inovação e atuam na infraestrutura de apoio regional (instituições mediadoras tecnológicas, instituições mediadoras jurídicas, instituições públicas e organizações não governamentais e instituições de ensino superior). A atuação dessas instituições se constitui como um importante elemento para o desenvolvimento dos Sistemas Regionais de Inovação, uma vez que contribuem diretamente para a geração e difusão do conhecimento (COOKE, et al., 1997).

Os indicadores são descritos no quadro 23.

**Quadro 23** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Infraestrutura

<b>Indicador</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Fonte</b>
Penetração de banda larga	Número de acessos a banda larga	ANATEL (2020)
	População residente	IBGE (2020)
Número de instituições de CT&I	Número de instituições de CTI	ANPROTEC (2020)
	População residente	IBGE (2020)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para o indicador de penetração de banda larga utilizou-se dados provenientes da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), que foi a primeira agência reguladora instalada no Brasil e que a partir do ano de 2007 passou a divulgar os dados relativos ao acesso à banda larga no país.

Para o segundo indicador da dimensão foram utilizados os dados provenientes da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec), instituída em 1987, que envolve diversas instituições diretamente ligadas à CT&I no país, como as incubadoras de empresas, parques tecnológicos, aceleradoras, *coworkings*, instituições de ensino e pesquisa, órgãos públicos e outras entidades ligadas ao empreendedorismo e à inovação (ANPROTEC, 2022).

O pilar Investimentos busca capturar o nível de investimentos destinados a CT&I nos estados, abrangendo as instituições públicas, empresariais e de apoio. Assim, o pilar é composto por três dimensões, a saber: (1) Dispêndio público estatal em CT&I, (2) dispêndio empresarial e (3) financiamentos à inovação por parte de instituições de fomento. Tal proposição parte da compreensão de que os esforços direcionados à CT & I devem ser empreendidos por todos os atores que compõem o SRI, públicos ou privados.

A dimensão dispêndio público estadual em CT&I visa captar os investimentos públicos estaduais em atividades inovativas, correlatas e de educação como proporção da receita do estado. Os indicadores destinados ao investimento público em CT&I foram amplamente utilizados desde os esforços de mensuração iniciais por parte das instituições nacionais e internacionais. Ainda assim, esses indicadores continuam a ser reconhecidos como importantes *proxys* dos esforços públicos para o desenvolvimento inovativo (HOLLANDA, 2003).

Para a Unesco (1984), são consideradas atividades de CT&I aquelas dirigidas à geração, difusão e aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos; ademais, distingue essas ações em três grandes grupos: (1) atividades de P&D, (2) serviços científicos e tecnológicos e (3) ensino científico e tecnológico.

Em consonância com esse entendimento, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC) passou a classificar os recursos públicos destinados a C&T considerando os recursos destinados à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Atividades Científicas e Técnicas Correlatas (ACTC). Assim, para o índice proposto foram considerados os dispêndios em P&D e ACTC como indicadores distintos, de modo a captar os esforços direcionados à C&T de forma individual e detalhada, uma vez que um dos objetivos da construção de um índice de CT&I é oferecer informações detalhadas acerca das forças e fragilidades dos SRI, a partir de suas distintas facetas.

O terceiro indicador da dimensão é direcionado aos investimentos públicos estaduais em educação, considerando o seu papel chave para o desenvolvimento científico e tecnológico de tais Unidades Federativas (YI; DEZHI; WEN, 2019).

Os indicadores e variáveis da dimensão dispêndio público em CT&I são descritos no quadro 24.

**Quadro 24** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Dispêndio público em CT&I

Indicador	Variáveis	Fonte
Dispêndio público estadual em pesquisa e desenvolvimento	Despesas com Pesquisa e Desenvolvimento	MCTIC (2019)
	Receita total do estado	Tesouro Nacional (2019)
Dispêndio público estadual em atividades científicas e técnicas correlatas	Despesas em Atividades Científica e Técnicas correlatas	MCTIC (2019)
	Receita total do estado	Tesouro Nacional (2019)
Dispêndio público estadual em Educação	Despesas com educação	MCTIC (2019)
	Receita total do estado	Tesouro Nacional (2019)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para todos os indicadores da dimensão foram considerados os dados provenientes do MCTIC, cujo último relatório tem como referência o ano de 2019. Para tanto, foram utilizados os dados referentes às receitas totais de cada Unidade Federativa levando em consideração o mesmo período.

Por sua vez, a dimensão Dispêndio público empresarial buscou refletir os investimentos das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades de P&D. A proposição desta dimensão parte da compreensão de que os esforços empresariais se constituem como importante elementos para o desenvolvimento do Sistema Regional de Inovação, uma vez que a mobilização de recursos por parte do setor produtivo em P&D é essencial para o desenvolvimento das competências inovativas (FURTADO, 2011).

Foram consideradas, ainda, as atividades de P&D interna e não interna – mediante a aquisição externa de P&D – uma vez que as atividades de P&D interna são limitadas a um número restrito de empresas (BENELI, 2019), conforme quadro 25.

**Quadro 25** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Dispêndio empresarial em atividades inovativas

Indicador	Variáveis	Fonte
Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de P&D	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de P&D	PINTEC (2017)
	Receita líquida de vendas	PINTEC (2017)
Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna	PINTEC (2017)
	Receita líquida de vendas	PINTEC (2017)
	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas	PINTEC (2017)

Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada	Quantidade de pessoas empregadas nas empresas inovadoras	PINTEC (2017)
--	--	---------------

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para a viabilização desses indicadores foi necessário utilizar os dados provenientes da 7ª edição – e última – da Pesquisa de Inovação (PINTEC), realizada pelo IBGE, referente ao ano de 2017. Sua 1ª edição foi publicada no ano de 2000, seguido dos anos de 2003, 2004, 2007, 2011, 2014 e, por fim, 2017. A PINTEC tem como objetivo oferecer informações setoriais, nacionais e regionais das atividades inovativas das empresas que possuem mais de dez pessoas ocupadas, tendo como universo de investigação os setores das Indústrias extrativas, de transformação, de Eletricidade e gás (IBGE, 2022).

Apesar da limitação, quanto aos setores e tamanho das empresas, a PINTEC é a única pesquisa brasileira cujo objeto é a inovação. Os relatórios fornecem informações quanto ao número de empresas inovadoras, dispêndios nas atividades inovativas, ocorrência de cooperação, pessoas ocupadas que atuam em atividades inovativas, dentre outras informações importantes para a mensuração dos esforços empresariais em CT&I. Assim, optou-se por utilizar os dados da PINTEC uma vez que o setor produtivo se constitui como um ator chave no impulsionamento da inovação nos SRIs.

Como o objetivo do pilar é mensurar os investimentos financeiros direcionados a CT&I, utilizou-se como denominador as receitas líquidas de vendas das empresas inovadoras que constituem o universo da pesquisa.

Por fim, a última dimensão do pilar é direcionada aos investimentos por parte das instituições de fomento visando capturar os investimentos direcionados às atividades inovativas empenhados por instituições para além das públicas e privadas a partir do indicador Operações contratadas por instituições de fomento direcionadas à inovação por UF, conforme quadro 26.

**Quadro 26** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Excelência do Sistema de Pesquisa

Indicador	Variáveis	Fonte
Operações contratadas por instituições de fomento direcionadas a inovação por UF	Valor das operações contratadas pelo BNDES, BNB e FINEP direcionadas à inovação	BNDES (2020), BNB (2020) e FINEP (2020)
	Total investido para a região	BNDES (2020), BNB (2020) e FINEP (2020)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para o indicador, foram consideradas três fontes: Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), Banco do Nordeste (BNB) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). No que diz respeito ao BNDES, foram considerados os valores das operações contratadas nas formas direta e indireta não automática, direcionadas à inovação. Todavia, durante a coleta de dados, foi possível averiguar que nos últimos anos os investimentos por parte desta instituição financeira foram limitados, tendo apoiado, no ano de 2021, apenas uma empresa da região Nordeste – alocada no estado do Ceará. Assim, além dos recursos provenientes do BNDES, foram considerados os investimentos do Fundo de Desenvolvimento Econômico, Científico, Tecnológico e de Inovação (Fundeci) empreendido pelo BNB e os valores liberados para projetos pela FINEP.

Como denominador do indicador, foi considerado o montante dos investimentos de ambas as instituições para a região Nordeste. Assim, este indicador representa a proporção dos investimentos em Inovação para cada Unidade Federativa.

O terceiro pilar busca capturar as atividades inovativas, desempenhadas pelos diversos atores do SRI, voltadas à geração, disseminação e apropriação do conhecimento (UNCTAD, 2010). O pilar é composto pelas dimensões: (1) Inovadores, que visa mensurar a taxa de inovação do setor empresarial a partir da inserção de novos bens ou serviços; (2) Redes de cooperação, que busca mensurar o nível de cooperação existente entre as empresas inovadoras e instituições; e (3) Ativos intelectuais, que mensura a criação e proteção dos ativos inovadores por parte das empresas e instituições.

A dimensão Inovadores busca mensurar o nível de inovação do setor produtivo no que se refere a inserção de inovação. A inovação, concebida de forma ampla, pode ser percebida a partir de diversas formas no contexto organizacional: novos produtos, novos processos e novos modelos organizacionais. O grau de novidade, por sua vez, pode ser percebido em diversos níveis: novo para a empresa, novo para o mercado ou novo para o mundo (OCDE, 2018). Essas diversas formas de inovação, para além da inovação tecnológica, desempenham um papel essencial na capacidade inovativa das empresas (CASSIOLATO; LASTRES, 2017). Vale destacar, ainda, que no contexto empresarial brasileiro há uma predominância de inovações na forma de produtos e processos orientadas para o mercado interno, sendo, em sua maioria, inovações incrementais (SCHNEIDER; REYNOLDS, 2019).

Diante disso, nesta dimensão, a partir de uma concepção ampla, considerou-se a taxa de inovação de produto e/ou processo e a taxa de inovação organizacional e/ou de marketing, reconhecendo as diversas possibilidades de inovação no contexto empresarial (OCDE, 2018). Os indicadores e as respectivas variáveis estão descritos no quadro 27.

**Quadro 27** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Inovadores

Indicador	Variáveis	Fonte
Taxa de inovação de produto e/ou de processo	Número de empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado	PINTEC (2017)
	Número total de empresas pesquisadas pela Pintec	PINTEC (2017)
Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing	Número de empresas que implementaram pelo menos uma inovação organizacional e/ou de marketing	PINTEC (2017)
	Número total de empresas pesquisadas pela Pintec	PINTEC (2017)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Tais indicadores são considerados como importantes indicadores de resultado, uma vez que demonstram a inovação em um estágio formalizado. No entanto, além disso, a proposição desta dimensão está ancorada no entendimento de que os processos de geração e introdução de inovações na estrutura organizacional são essenciais para promover e manter um ambiente inovador, bem como aprimorar os processos internos e produtivos.

Os dados utilizados para os indicadores supracitados são provenientes da 7ª edição da PINTEC, considerando o triênio 2014 a 2017 – devido a inexistência de dados mais recentes. Foi considerado o número de empresas que declararam ter implementado pelo menos um tipo de inovação no respectivo triênio. Já como denominador foi considerado o número total de empresas pesquisadas pela 7ª edição da PINTEC.

Complementarmente, foi proposto a dimensão de Redes de cooperação com o objetivo de mensurar o nível de interação existente entre as empresas consideradas inovadoras e instituições do SRI. Essa dimensão considera o lugar chave da cooperação nos processos de aprendizagem – e, conseqüentemente, ocorrência da inovação –, compartilhamento dos conhecimentos e desenvolvimento de competências e habilidades.

Por esse motivo, foram consideradas duas formas de interação: a interação entre empresas e a interação entre universidade-empresa, conforme quadro 28.

**Quadro 28** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Redes de cooperação

Indicador	Variáveis	Fonte
Taxa de cooperação	Número das empresas inovadoras que cooperaram com outras organizações	PINTEC (2017)
	Número total de empresas inovadoras	PINTEC (2017)
Desembolso com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas	Valor de desembolsos com bolsas para pesquisadores concedidas pelo CNPq e condicionadas a algum vínculo com empresas	CNPQ (2020)
	Valor total de desembolsos com bolsas para pesquisadores concedidas pelo CNPq e condicionadas a algum vínculo com empresas	CNPQ (2020)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Conforme quadro, foram utilizados dados da PINTEC para viabilização do indicador taxa de cooperação, a partir do número de empresas que declararam cooperar com outras organizações em razão do número total de empresas que participaram da pesquisa e que foram consideradas inovadoras – independente da forma.

Vale destacar que, devido a lacuna da PINTEC, no que diz respeito à abrangência das Unidades Federativas, foi necessária a aplicação de técnicas de imputação de *missing values*. Este problema decorre da ausência de detalhamento dos dados para todas as Unidades Federativas do Nordeste, uma vez que apenas três Unidades Federativas são apresentadas de forma individual, a saber: Bahia, Ceará e Pernambuco. As demais são agregadas em um conjunto que se refere a “demais Nordeste”, não permitindo, portanto, o cálculo individual para esses casos. Assim, optou-se por atribuir a média dos resultados para cada Unidade Federativa abrangida na unidade “demais Nordeste”<sup>2</sup>.

Para o segundo indicador utilizou-se os dados referentes ao valor desembolsado pelo CNPQ com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas por Unidade Federativa, a saber: (1) Iniciação Tecnológica e Industrial; (2) Iniciação Tecnológica em TIC; (3) Doutorado-Sanduíche Empresarial; (4) Pós-Doutorado Empresarial; (5) Desenvolvimento Tecnológico e Industrial; e, por fim, (6) Especialista Visitante. Como denominador considerou-se o valor total desembolsado para a região Nordeste.

Por fim, a dimensão Ativos intelectuais busca captar a criação de ativos inovadores a partir da proteção intelectual por parte das empresas e instituições. A proteção desses ativos, a partir do pedido de registro, é considerado um mecanismo de apropriação de conhecimento e tecnologia visando garantir exclusividade sobre esse ativo e, assim, vantagens competitivas para as organizações. Dessa maneira, indicadores direcionados à mensuração dos pedidos de proteção industrial são considerados importantes *proxys* do fluxo de conhecimentos nos SRI (BENELI, 2019).

Diante disso, propôs-se uma dimensão composta por três indicadores que consideram as diferentes formas de proteção dos ativos inovadores, a saber: (1) patentes, (2) marca e (3) desenho industrial, conforme quadro 29.

#### **Quadro 29 – Caracterização dos Indicadores da dimensão Redes de cooperação**

Indicador	Variáveis	Fonte
-----------	-----------	-------

<sup>2</sup> Este procedimento foi realizado para todos os indicadores que utilizaram dados provenientes da PINTEC, uma vez que esta lacuna é comum a todas as categorias da pesquisa. Para o cálculo levou-se em consideração o resultado total do Nordeste subtraindo os valores referentes à Bahia, Ceará e Pernambuco. O saldo deste cálculo permitiu a identificação do desempenho das demais Unidades Federativas que, posteriormente, foi dividido por seis, de modo a identificar o valor a substituir os dados faltantes.

Patente depositada per capita	Número de Patente depositada por Unidade Federativa	INPI (2020)
	População Residente	IBGE (2020)
Marca depositada per capita	Número de marca depositada por Unidade Federativa	INPI (2020)
	População Residente	IBGE (2020)
Desenho industrial depositado per capita	Número de desenho industrial depositado por Unidade Federativa	INPI (2020)
	População Residente	IBGE (2020)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Conforme quadro 29, foram considerados os pedidos de patentes, marca e desenho industrial por residentes de cada Unidade Federativa no ano de 2019 devido à ausência de dados mais recentes. O indicador Patente depositado per capita, refere-se aos pedidos de patentes realizados por residentes de cada Unidade Federativa. A patente de produtos garante o direito sobre a invenção que impede a produção, utilização, venda ou importação por parte de terceiros, sendo permitido apenas mediante a licença. O INPI classifica, ainda, em dois tipos: (1) Patente de Invenção (PI), para as novas tecnologias associadas a produto e/ou processo e (2) patente de modelo de utilidade (MU), para as novas formas em objetos de uso prático que apresentem melhorias no seu uso ou fabricação. Há, ainda, uma terceira modalidade que se refere a Certificado de Adição de Invenção (CA) destinado à proteção de melhoria ou aperfeiçoamento do objeto já protegido anteriormente (INPI, 2022).

Para o indicador de pedido de patente per capita optou-se por considerar todas essas possibilidades a partir da soma dos valores de PI, MU e CA, considerando, portanto, todas as inovações – sejam elas radicais ou incrementais, ou, ainda, de produto ou processo.

O segundo indicador dedica-se a mensurar as marcas depositadas per capita que, diferentemente do indicador anterior, é destinado a proteção sobre o sinal distintivo que identifica um serviço ou produto que garante exclusividade a uma organização. Vale destacar que esse tipo de proteção deve ser renovado a cada dez anos (INPI, 2022). Para Millot (2009), as empresas registram suas marcas com o objetivo de se apropriar dos benefícios econômicos advindos do lançamento de inovações, pois reduzem as incertezas com a publicidade envolvendo o lançamento do novo produto e desenvolvem a lealdade na sua aquisição, estando associada diretamente a inovação organizacional e/ou de marketing (OCDE, 2018).

Por fim, o último indicador da dimensão é o desenho industrial per capita, que refere-se a proteção do design de um produto, “tanto a sua forma tridimensional, quanto os padrões ornamentais que lhe sejam aplicados”, como um novo formato de relógio, brinquedo, veículo, mobiliário ou até uma estampa têxtil. Todavia, o registro não se aplica à função de um objeto, nem a uma marca (INPI, 2022).

Vale destacar que os três indicadores, juntos, representam os esforços empreendidos por diferentes atores do SRI para o desenvolvimento de inovações. Destaca-se, nesse contexto, as universidades e o conjunto de empresas – em sua maioria de grande porte – que são responsáveis pelo maior quantitativo de utilização desse mecanismo de proteção através do registro de patentes, marcas e desenhos industriais.

Por fim, o último pilar busca mensurar os Impactos das atividades inovativas desenvolvidas em cada UF. Para isso, são elencadas três dimensões: (1) Ocupações em Ciência, Tecnologia e Inovação, que, além das ocupações técnicas, mensura a absorção dos mestres e doutores formados e dos profissionais de TIC; (2) Exportações intensivas em Tecnologia e em Conhecimento, que visa mensurar a performance no comércio internacional a partir nível de exportações de bens; e (3) Taxa de estabelecimentos em atividades relativas às TIC, que visa refletir a efetividade e o potencial que os micro estabelecimentos ou startups oferecem para a criação de valor inovativo.

A dimensão Ocupações em Ciência, Tecnologia e Inovação busca captar o nível de ocupação de mão de obra especializada em cada Unidade Federativa. Comumente, as ocupações voltadas a C&T estão associadas ao desenvolvimento de pesquisa e gestão, demandando um elevado grau de complexidade e mão-de-obra com nível de educação superior (BENELI, 2019). Para tanto, considera-se as ocupações técnicas comumente utilizadas para esse fim, como também a absorção dos mestres e doutores e dos profissionais de TIC.

O primeiro indicador da dimensão é direcionado às ocupações técnicas em C&T como proporção do total das ocupações na Unidade Federativa. Esse indicador visa captar o nível em que os subsistemas da SRI empregam sua força de trabalho em ocupações que demandam uma educação formal e/ou capacitações tácitas e específicas associadas às atividades inovativas.

É importante destacar que, apesar de os recursos humanos em C&T já terem sido contemplados no pilar condições estruturais, a partir dos indicadores de doutores, mestres e graduados per capita, este indicador apresenta uma lente distinta na medida em que busca captar o impacto do SRI sobre o mercado de trabalho a partir das ocupações em cada Unidade Federativa.

Além da proporção de ocupações em C&T, a dimensão considera o número de mestres e doutores ocupados em atividades inovativas. Tal indicador parte da compreensão de que o Capital Humano altamente qualificado é essencial para que os SRI detenham a capacidade de absorver, transformar e produzir conhecimentos, assim como gerar inovações. Além disso, para a CGEE (2021), o número de mestres e doutores empregados nas atividades econômicas constitui um dos principais resultados dos avanços observados no Sistema Nacional de Pós-

graduação. O indicador considera, portanto, o número de mestres e doutores que ocupam cargos em atividades em serviços de maior intensidade de conhecimento em relação ao total de em cada Unidade Federativa.

Os indicadores que compõem a dimensão Ocupações em C&T e suas variáveis estão descritos no quadro 30.

**Quadro 30 – Caracterização dos Indicadores da dimensão Ocupações em C&T**

<b>Indicador</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Fonte</b>
Ocupações em ciência tecnologia e inovação	Número de ocupações em CT&I na UF	RAIS (2020)
	Total das ocupações na UF	RAIS (2020)
Absorção mestres e doutores em serviços de maior intensidade de conhecimento	Número de mestres e doutores ocupados em serviços de maior intensidade de conhecimento em relação ao total de ocupações na UF	RAIS (2020)
	Ocupações totais na indústria da transformação	RAIS (2020)
Especialistas em TICs	Número de empregados em atividades relativas a TIC	RAIS (2020)
	Total das ocupações na UF	RAIS (2020)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para construção de todos os indicadores da dimensão optou-se por utilizar os dados provenientes da Relação Anual das Informações Sociais (RAIS), considerando sua exatidão, uma vez que apresentam critérios mais transparentes no que se refere à seleção das ocupações relativas à CT&I a partir da utilização das nomenclaturas sistematizadas.

Para o primeiro indicador, foi considerada a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) que é composta por um conjunto de códigos estruturados em níveis hierárquicos que retrata a realidade das ocupações do mercado de trabalho brasileiro, instituída no ano de 2002 com base na Portaria nº 397, de 10.10.2002. A instituição dessa classificação teve por objetivo expor, de forma transparente, as diversas atividades profissionais existentes no país, sem que houvesse diferenciação entre as profissões regulamentadas e as de livre exercício profissional. A CBO é composta por 10 grupos, 48 subgrupos principais, 192 subgrupos e 607 grupos de base ou famílias ocupacionais (ME, 2022).

Como denominador, foram utilizados os dados referentes a 154 famílias ocupacionais<sup>3</sup> que se subdividem, quanto ao seu grau de complexidade, em três categorias, a saber: 63 ocupações tecnológicas, 62 ocupações técnicas e 29 ocupações operacionais<sup>4</sup>. Como proporção, utilizou-se o total das ocupações pela mesma classificação da CBO, em todos os setores

<sup>3</sup> Tal classificação foi utilizada por outros autores, como Suzigan (2004), Garcia (2011) e Beneli (2019).

<sup>4</sup> Na seção de apêndice consta a relação completa das famílias ocupacionais classificadas como ocupações em CT&I, discriminando-as pelos códigos e títulos na CBO.

econômicos, considerando o número total de pessoas empregadas até o dia 31 de dezembro de 2021.

No que diz respeito ao indicador “absorção de mestres e doutores em serviços de maior intensidade de conhecimento” utilizou-se os dados provenientes do RAIS, porém a partir do Classificação Nacional de Atividades Econômicas – Versão 2.0. A CNAE 2.0 é a classificação oficialmente adotada pelo Sistema Estatístico Nacional e pela Administração Pública, cuja estrutura está em consonância com a *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas – CIIU/ISIC* – possibilitando a comparabilidade entre as estatísticas econômicas no plano internacional, a partir de uma base padronizada para a coleta, análise e disseminação das estatísticas relativas à atividade econômica.

Para o computo do indicador foram utilizadas as seções da CNAE 2.0, a saber: Informação e comunicação (J); Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados (K); Atividades profissionais, científicas e técnicas (M); Saúde humana e serviços sociais (Q); e Artes, cultura, esporte e recreação (R).

Por fim, para o último indicador considerou-se, também, a classificação do CNAE 2.0. Considerou-se as divisões 62 e 63 que representam as atividades dos serviços de tecnologia da informação e atividades de prestação de serviços de informação, respectivamente. Como denominador considerou-se o número total de ocupações.

A dimensão Exportações intensivas em Tecnologia e em Conhecimento busca captar os fluxos de exportação das empresas e o desempenho das Unidades Federativas no comércio internacional de bens intensivos em tecnologia e conhecimento. Comumente, as empresas que oferecem produtos intensivos em tecnologias são caracterizadas por elevados esforços direcionados a P&D, detém uma participação maior nas atividades inovativas e remunera melhor a sua força de trabalho. As empresas que oferecem serviços intensivos em conhecimento, por sua vez, tendem a ser caracterizadas por interações dinâmicas junto aos diversos stakeholders de modo a contribuir na produção e compartilhamento de conhecimentos, bem como os processos de aprendizagem interno a empresa (ANTONELLI, 1998; FREIRE, 2006; SANTOS; VARVAKIS, 2012).

Os resultados da efetivação desses processos podem ser vislumbrados a partir do fluxo de exportações de bens e serviços por cada Unidade Federativa, sendo caracterizado como um indicador que capta uma maior complexidade de suas estruturas econômicas e, portanto, potencialidades dos sistemas de inovação (CGEE, 2021).

Assim, para a dimensão, optou-se por considerar dois indicadores distintos, sendo o primeiro voltado aos bens intensivos em tecnologias, e, o segundo, aos serviços intensivos em conhecimento, conforme quadro 31.

**Quadro 31** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Exportação intensivas em Tecnologia e Conhecimento

Indicador	Variáveis	Fonte
Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção das exportações	Valor das exportações de bens com intensidade tecnológica alta e média-alta – FOB (US\$)	COMEXSTAT (2021)
	Valor total das Exportações de bens	COMEXSTAT (2021)
Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações	Valor das exportações de serviço intensivo em conhecimento – FOB (US\$)	COMEXSTAT (2021)
	Valor total das Exportações de serviços	COMEXSTAT (2021)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para viabilização dos indicadores, foram utilizados os dados provenientes do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), através da plataforma COMEX STAT. A plataforma apresenta, de forma sistematizada, as estatísticas de exportações e importações do Brasil com base nas declarações dos importadores e exportadores. Com atualizações mensais, a plataforma oferece filtros que possibilitam a coleta de dados a partir de distintas classificações, quanto aos produtos/serviços e, também, quanto às regiões.

Para este trabalho, optou-se por utilizar a *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* (ISIC). A ISIC é a classificação de referência internacional das atividades produtivas e tem por objetivo proporcionar uma padronização no que se refere a categorias das atividades econômicas/produtivas, facilitando a coleta e análise dos dados para fins estatísticos. A primeira versão foi ISIC foi lançada em 1948 e, desde então, passou por três revisões, estando, neste momento, na 4ª edição.

A escolha por essa classificação se deve a ampla utilização a nível nacional e internacional, nos domínios das estatísticas económicas e sociais, de modo a contribuir com comparações com diversas regiões e nações.

No que diz respeito ao indicador “Exportações de bens intensivo em tecnologias”, utilizou-se a classificação de agregação da indústria transformadora de acordo com a intensidade tecnológica e com base na ISIC Ver. 4 ao nível de 3 dígitos para compilar agregados relacionados com alta tecnologia, média alta tecnologia, média baixa -tecnologia e baixa tecnologia, conforme quadro 32.

**Quadro 32 - Classificação da intensidade tecnológica**

Indústrias manufatureiras	Códigos ISIC Ver. 4 – nível de 3 dígitos
Alta tecnologia	21 Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e preparações farmacêuticas
	26 Fabricação de produtos de informática, eletrônicos e ópticos
	303 Fabricação de aeronaves e espaçonaves e máquinas relacionadas
Tecnologia média-alta	20 Fabricação de produtos químicos e produtos químicos
	252 Fabricação de armas e munições
	27 Fabricação de equipamentos elétricos
	28 Fabricação de máquinas e equipamentos ne
	29 Fabricação de veículos automóveis, reboques e semi-reboques
	302 Fabricação de locomotivas ferroviárias e material circulante
	304 Fabricação de veículos militares de combate
	309 Fabricação de equipamentos de transporte ne
325 Fabricação de instrumentos e suprimentos médicos e odontológicos	
Tecnologia média-baixa	182 Reprodução de mídia gravada
	19 Fabricação de coque e produtos petrolíferos refinados
	22 Fabricação de produtos de borracha e plástico
	23 Fabricação de outros produtos minerais não metálicos
	24 Fabricação de metais básicos
	251 Fabricação de produtos metálicos estruturais, tanques, reservatórios e geradores de vapor
	259 Fabricação de outros produtos metálicos; atividades de serviços de metalurgia
	301 Construção de navios e barcos
33 Reparação e instalação de máquinas e equipamentos	
baixa tecnologia	10 Fabricação de produtos alimentícios
	11 Fabricação de bebidas
	12 Fabricação de produtos de tabaco
	13 Fabricação de têxteis
	14 Fabricação de vestuário
	15 Fabricação de couro e produtos afins
	16 Fabricação de madeira e de produtos de madeira e cortiça, exceto móveis; fabricação de artigos de espartaria e cestaria
	17 Fabricação de papel e produtos de papel
	181 Atividades de impressão e serviços relacionados à impressão
	31 Fabricação de móveis
	321 Fabricação de bijuterias, bijuterias e afins
	322 Fabricação de instrumentos musicais
	323 Fabricação de artigos esportivos
	324 Fabricação de jogos e brinquedos
	329 Outros fabricantes ne

Fonte: a partir de UNSD (2009)

Para o computo do indicador, considerou-se apenas as atividades produtivas referentes às classificações de “alta tecnologia” e “média-alta tecnologia”. Foram utilizados os valores de tais exportações em FOB (US\$) para cada Unidade Federativa ocorridas no ano de 2021. Como proporção, utilizou-se o total das exportações de bens em FOB (US\$) para o mesmo ano.

Para o indicador “Exportações de serviços intensivos em conhecimentos”, utilizou-se a classificação de agregação de serviços de acordo com a intensidade de conhecimento nas

atividades. O ISIC Ver. 4 define o setor de serviços em *knowledge-intensive services* (KIS) ou *less knowledge-intensive services* (LKIS), no qual cada um é subdividido em subsetores, conforme quadro 33.

**Quadro 33 - Classificação dos Serviços baseados em conhecimento**

<b>Serviços baseados em conhecimento</b>	<b>Códigos ISIC Ver. 4 – nível de 2 dígitos</b>
<b>Serviços intensivos em conhecimento (KIS)</b>	50 Transporte de água
	51 Transporte aéreo
	J Informação e comunicação
	K Atividades financeiras e de seguros
	M Atividades profissionais, científicas e técnicas
	78 Atividades de emprego
	8080 Atividades de segurança e investigação
	O Administração pública e defesa; segurança social obrigatória
	P Educação
	Q Atividades de saúde humana e assistência social
	R Artes, entretenimento e recreação
<b>Serviços de mercado intensivos em conhecimento (excluindo alta tecnologia e serviços financeiros)</b>	50 Transporte de água
	51 Transporte aéreo
	69 Atividades jurídicas e contabilísticas
	70 Atividades das sedes; atividades de consultoria de gestão
	71 Atividades de arquitetura e engenharia; testes e análises técnicas
	73 Publicidade e pesquisa de mercado
	74 Outras atividades profissionais, científicas e técnicas
	78 Atividades de emprego
80 Atividades de segurança e investigação	
<b>Serviços intensivos em conhecimento de alta tecnologia</b>	59 Atividades de produção cinematográfica, de vídeo e de programas de televisão, de gravação de som e de edição de música
	60 Atividades de programação e transmissão
	61 telecomunicações
	62 Programação de computadores, consultoria e atividades relacionadas
	63 Atividades de serviços de informação
	72 Pesquisa e Desenvolvimento Científico
<b>Serviços financeiros intensivos em conhecimento</b>	K Atividades financeiras e de seguros
<b>Outros serviços intensivos em conhecimento</b>	58 Atividades de publicação
	75 Atividades veterinárias
	O Administração pública e defesa; segurança social obrigatória
	P Educação
	Q Atividades de saúde humana e assistência social
	R Artes, entretenimento e recreação
<b>Serviços menos intensivos em conhecimento (LKIS)</b>	G Comércio por atacado e varejo; reparação de veículos automóveis e motociclos
	49 Transporte terrestre e transporte por dutos
	52 Armazenagem e atividades de apoio ao transporte
	53 Atividades postais e de courier
	I Atividades de alojamento e restauração
	L atividades imobiliárias
	77 Atividades de aluguer e arrendamento

	79	Agência de viagens, operadora de turismo, serviço de reservas e atividades relacionadas	
	81	Serviços a edifícios e atividades paisagísticas	
	82	Atividades administrativas de escritório, de apoio ao escritório e outras atividades de apoio ao negócio	
	S	Outras atividades de serviço	
	T	Atividades das famílias como empregadoras; atividades indiferenciadas de produção de bens e serviços das famílias para uso próprio	
	U	Atividades de organizações e organismos extraterritoriais	
<b>Serviços de mercado menos intensivos em conhecimento</b>	G	Comércio por atacado e varejo; reparação de veículos automóveis e motocicletas	
	49	Transporte terrestre e transporte por dutos	
	52	Armazenagem e atividades de apoio ao transporte	
	I	Atividades de alojamento e restauração	
	L	Atividades imobiliárias	
	77	Atividades de aluguer e arrendamento	
	79	Agência de viagens, operadora de turismo, serviço de reservas e atividades relacionadas	
	81	Serviços a edifícios e atividades paisagísticas	
	82	Atividades administrativas de escritório, de apoio ao escritório e outras atividades de apoio ao negócio	
	95	Reparação de computadores e bens pessoais e domésticos	
	<b>Outros serviços menos intensivos em conhecimento</b>	53	Atividades postais e de courier
		94	Atividades de organizações de membros
		96	Outras atividades de serviços pessoais
T	Atividades das famílias como empregadoras; atividades indiferenciadas de produção de bens e serviços das famílias para uso próprio		
U	Atividades de organizações e organismos extraterritoriais		

Fonte: USND (2009)

Foram considerados, para o cálculo do indicador, apenas os valores das exportações de serviço intensivo em conhecimento – FOB (US\$) realizados no ano de 2021, foram estes: (1) serviços intensivos em conhecimento, (2) serviços de mercado intensivos em conhecimento (excluindo alta tecnologia e serviços financeiros), (3) serviços intensivos em conhecimento de alta tecnologia, (4) serviços financeiros intensivos em conhecimento, e (5) outros serviços intensivos em conhecimento. Como proporção, utilizou-se o total das exportações de serviços em FOB (US\$) para o mesmo ano.

Por fim, a última dimensão proposta diz respeito aos impactos das atividades inovativas sobre os estabelecimentos de atividades relativas às TIC. Tal dimensão busca captar a efetividade dos estabelecimentos inseridos em atividades tecnológicas. Para isso, foram propostos dois indicadores distintos: (1) taxa de micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis e (2) taxa de crescimento dos micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação, conforme quadro 34.

**Quadro 34** – Caracterização dos Indicadores da dimensão Estabelecimentos voltados a TIC

<b>Indicador</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Fonte</b>
Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis	Estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis	RAIS (2021)
	Total de estabelecimentos	RAIS (2021)
Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação	Estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação	RAIS (2021)
	Total de estabelecimentos	RAIS (2021)

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Para ambos os indicadores, foram utilizados os dados provenientes do RAIS estabelecimentos, que apresenta o número de estabelecimentos em todos os setores econômicos. Foi utilizado o ano de 2021 e o CNAE 2.0 como referência.

Para o primeiro indicador, “taxa de micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis”, foram coletados os dados de dois grupos da divisão “atividades de prestação de serviços de informação (63)” da seção “informação e comunicação (J)”, a saber: desenvolvimento e licenciamento de programas de computador customizáveis (62.02-3) e desenvolvimento e licenciamento de programas de computador não customizáveis (62.03-1). Como proporção, utilizou-se o total de estabelecimentos em cada Unidade Federativa no ano de 2021.

Para o indicador “taxa de micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação”, foram coletados os dados de grupos das divisões 62 e 63 da mesma seção, a saber: desenvolvimento de programas de computador sob encomenda (62.01-5), consultoria em tecnologia da informação (62.04-0), suporte técnico, manutenção e outros serviços em tecnologia da informação (62.09-1), tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas (63.1) e outras atividades de prestação de serviços de informação (63.9). Como denominador, adotou-se o total de estabelecimentos em cada Unidade Federativa.

De modo geral, o sistema de indicadores proposto – desenvolvido a partir de um criterioso processo de análise das experiências nacionais e internacionais e, posteriormente, da adequação ao contexto subnacional brasileiro – permite a mensuração do desempenho da

Ciência, Tecnologia e Inovação das Unidades Federativas nas diversas dimensões do processo inovativo<sup>5</sup>.

O sistema proposto buscou o aperfeiçoamento da mensuração do fenômeno inovação. Quando comparado com a experiência nacional na construção de índices de CT&I, o sistema proposto inova em diversos aspectos, como poder ser visualizado no quadro 35.

---

<sup>5</sup> Os resultados para cada indicador que compõe índice estão apresentados no anexo deste trabalho.



<b>Atividades Inovativas</b>	Financiamentos por instituições de fomento	2.3.1 Operações contratadas por instituições de fomento direcionadas a inovação por UF;	X													X		
	Inovadores	3.1.1 Taxa de inovação de produto e/ou de processo	X	X				X	X		X	X					X	
		3.1.2 Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing							X		X							
	Redes de cooperação	3.2.1 Taxa de cooperação	X						X	X	X						X	X
		3.2.2 Percentual do valor médio de desembolso com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas															X	
	Ativos intelectuais	3.3.1 Patente depositada per capita	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
		3.3.2 Marca depositada per capita								X	X	X						X
		3.3.3 Desenho industrial depositado per capita								X	X	X						X
	Ocupações em ciência, tecnologia e inovação	4.1.1 Ocupações em ciência tecnologia e inovação como proporção das ocupações	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X
		4.1.2 Absorção mestres e doutores na indústria e em atividades de TIC e de PD&I em relação ao total de ocupações																X
4.1.3 Especialistas em TICs									X									
<b>Impactos</b>	Exportações intensivas em tecnologia e em conhecimento	4.2.1 Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção das exportações	X			X			X	X	X					X	X	
		4.2.2 Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações								X	X	X						
Crescimento de micro estabelecimentos em atividades relativas às TIC	4.3.1 Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis																X	
	4.3.2 Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação																X	

Fonte: Elaboração própria (2023)

Quando comparado a experiência brasileira, o pilar de Condições Estruturais apresenta um aperfeiçoamento na medida em que insere indicadores que visam mensurar a infraestrutura, como penetração de banda larga e Instituições de CT&I. Ao inserir o indicador penetração de banda larga compreende-se que a conectividade é um componente basilar para propiciar um ambiente inovador. O indicador de instituições de CT&I, por sua vez, considera os parques tecnológicos, incubadoras e aceleradoras que são imprescindíveis para o estabelecimento de parcerias nos processos de criação, sobretudo no que diz respeito à inovação aberta.

No pilar Investimentos é possível verificar uma semelhança entre os indicadores identificados, uma vez que há uma recorrência de indicadores voltados a capturar os investimentos públicos e privados direcionados a atividades inovadoras. Não obstante, o Sistema proposto insere as despesas com educação e dispêndio em atividades inovativas por parte das instituições de fomento, como o caso do BNDES que oferece incrementos financeiros ao setor empresarial.

No pilar de Atividades Inovativas há uma predominância de indicadores que mensuram a taxa de inovação do setor empresarial, bem como a utilização de indicadores direcionados à criação e proteção dos ativos intelectuais, como patentes. Além desses indicadores, o sistema propõe uma dimensão cooperação que, além da taxa de cooperação, propõe a mensuração do valor médio de desembolso com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas, em consonância com o CGEE (2021b).

Por fim, no pilar de Impactos, considera-se, além das ocupações em C&T, a absorção dos mestres e doutores na indústria e em atividades de TIC e de P&D. Ademais, busca-se mensurar os especialistas em TIC, em conformidade com EIS (2021). O índice propõe, ainda, a mensuração da taxa de estabelecimentos em atividades relativas às TIC, uma vez que estes podem refletir a efetividade desses estabelecimentos na criação de valor inovativo.

Tal composição de pilares, dimensões e indicadores permite mensurar a CT&I a partir de uma compreensão da inovação como um fenômeno sistêmico. Ademais, reconhece a existência dos diversos e distintos atores que compõem o SRI e atuam de modo a propiciar um ambiente inovativo.

A partir de tais considerações, o próximo subtópico expõe os procedimentos estatísticos aplicados para a construção do Índice de Ciência, Tecnologia e Inovação.

## 4.2 Construção do índice e análises de robustez e sensibilidade (etapas 4 a 9)

Após os procedimentos de proposição da estrutura do índice e, posteriormente, coleta dos dados seguiu-se para as etapas de construção do índice a partir da aplicação das diversas técnicas, abrangendo os passos 4 a 9, da metodologia proposta pela OCDE (2008).

A etapa 4 da metodologia propõe a realização de testes estatísticos sobre a estrutura de indicadores de modo a verificar a coerência estatística do conjunto de dados e a adequação dos indicadores individuais ao índice. Esta etapa preliminar é recomendada pois, além de permitir a avaliação da adequação do conjunto de dados, oferece uma compreensão das implicações das escolhas metodológicas subsequentes.

Para tanto, o manual recomenda três técnicas, a saber: Análise dos Componentes Principais (ACP), Análise Fatorial (AF) e Análise de Cluster (AC). No entanto, por se tratar de uma amostra pequena – uma vez que o Lócus do estudo foram os estados da região Nordeste – e um número maior de variáveis – que neste estudo foram os indicadores individuais – não foi possível a utilização de nenhuma dessas técnicas. Hair et al. (2009), sugere a utilização de análises multivariadas apenas quando o número de observações for, no mínimo, 5 vezes maior que o número de variáveis.

No entanto, o próprio manual defende que deve-se evitar a realização de análises multivariadas se a amostra for pequena em relação ao número de indicadores, pois os resultados não terão propriedades estatísticas conhecidas (OCDE, 2008). Assim, em substituição a essas técnicas, foi realizada uma série de análises para verificar se a estrutura do índice apresentava coerência estatística.

Para melhor compreensão e apresentação dos dados e tabelas, o nome dos indicadores foi substituído por códigos, conforme o Quadro 36.

**Quadro 36 – Códigos dos indicadores**

Pilar	Indicador	Código
Condições Estruturais	Novos doutores titulados	ICTI_1_NDT
	Novos mestres titulados	ICTI_1_NMT
	1.1.3 Novos graduados	ICTI_1_NGT
	Nº docentes na Pós-Graduação	ICTI_1_DPG
	Publicação bibliográfica per capita	ICTI_1_AP
	Penetração de banda larga	ICTI_1_PBL

<b>Investimentos</b>	Número de instituições de CT&I	ICTI_1_ICTI
	Dispêndio público estadual em pesquisa e desenvolvimento como proporção da receita do estado	ICTI_2_DPPD
	Dispêndio público estadual em atividades científicas e técnicas correlatas como proporção da receita do estado	ICTI_2_DPACTC
	Despesas com educação como proporção da receita do estado	ICTI_2_DE
	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de P&D	ICTI_2_DEPD
	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna	ICTI_2_DENPD
	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada	ICTI_2_DEPE
	Operações contratadas por instituições de fomento direcionadas a inovação por UF;	ICTI_2_DIF
	Taxa de inovação de produto e/ou de processo	ICTI_3_TIPP
	Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing	ICTI_3_TIOM
<b>Inovadores</b>	Taxa de cooperação	ICTI_3_TC
	Percentual do valor médio de desembolso com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas	ICTI_3_BVE
	Patente depositada per capita	ICTI_3_PD
	Marca depositada per capita	ICTI_3_MD
	Desenho industrial depositado per capita	ICTI_3_DD
	Ocupações em ciência tecnologia e inovação como proporção das ocupações	ICTI_4_OCTI
	Absorção mestres e doutores na indústria e em atividades de TIC e de PD&I em relação ao total de ocupações	ICTI_4_AMD
<b>Impactos</b>	Especialistas em TICs	ICTI_4_ETIC
	Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção das exportações	ICTI_4_EBIT
	Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações	ICTI_4_ESIC
	Taxa de participação dos micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis	ICTI_4_TDL
	Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação	ICTI_4_TAS

Fonte: Elaboração própria (2023)

Para fins deste trabalho, optou-se por realizar alguns testes para investigar a confiabilidade e consistência interna do instrumento de mensuração proposto, diante da impossibilidade de realização da análise multivariada. A confiabilidade, para Hair et al. (2009), é o nível em que uma variável, ou um conjunto de variáveis, é consistente com o fenômeno que se pretende mensurar.

Para tanto, o primeiro teste realizado foi o de Alfa de Cronbach (c-alfa), que é a estimativa mais comum de consistência interna de itens em um modelo ou pesquisa (OCDE, 2008). Para Shavelson (2009), a utilização do coeficiente alfa de Cronbach permite a aferição de uma medida razoável de confiabilidade em um único teste, não sendo necessária aplicações de testes distintos para um mesmo resultado.

O coeficiente de alfa de Cronbach pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{soma}^2} \right)$$

Onde:

$k$  é o número de variáveis

$n$  é o número de observações

$s^2_i$  é a variância dos  $n$

$s^2_{soma}$  é a variância dos totais  $T_j$  de escores

A interpretação da consistência interna dos dados ocorre a partir da avaliação do resultado do valor do alfa. Na literatura não há um consenso acerca dos valores e suas representações, todavia a maioria das prescrições se situam próximo ao que foi proposto por Landis e Koch (1977), conforme quadro 37.

**Quadro 37 - Interpretação dos resultados do Alfa de Cronbach**

Valor do alfa	Consistência interna
Maior do que 0,80	Quase perfeito
De 0,80 a 0,61	Substancial
De 0,60 a 0,41	Moderado
De 0,40 a 0,21	Razoável
Menor do que 0,21	Pequeno

Fonte: Landis e Koch (1977)

Assim, quanto mais próximo ao valor de 1 mais bem aceito será o instrumento de mensuração.

Neste trabalho, os testes estatísticos foram realizados com auxílio do R studio. O cálculo do coeficiente de alfa foi realizado com base nas covariâncias (RAW-ALPHA) e nas correlações (STD-ALPHA). Além disso, conjuntamente, foi realizado o teste de confiabilidade Lambda 6 de Guttman (G6 – SMC) e a estimativa da saturação geral do fator (coeficiente de Ômega) – testes comumente utilizados em conjunto para estimar a confiabilidade de um instrumento de mensuração.

Após a verificação da consistência interna do índice, foram descritos, ainda, os resultados para cada indicador que compõe o índice, discriminando-os da seguinte forma:

- Correlação de cada item com a pontuação total e não corrigida pela sobreposição de itens (RAW.R)
- Correlação de cada item com a pontuação total, não corrigida pela sobreposição de itens e com todos os itens padronizados (STD.R);
- Correlação de cada item com a pontuação total corrigida para sobreposição de itens e confiabilidade da escalado (R.COR);
- Correlação de todo o item para este item com a escala sem este item (R.DROP)

Foram descritos, ainda, as medidas de médias (MEAN) e desvio padrão (SD) de cada indicador, conforme quadro 38.

**Quadro 38 – Resultado dos testes estatísticos**

Índice						
RAW_ALPHA	STD.ALPHA	G6-SMC		OMÊGA.T		
0.9	0.91	0.88		0.95		
Indicadores						
	RAW.R	STD.R	R.COR	R.DROP	MEAN	SD
ICTL_1_NDT	0.602	0.685	0.6607	0.550	0.50	0.32
ICTL_1_NMT	0.425	0.522	0.4865	0.366	0.56	0.29
ICTL_1_NGT	0.466	0.556	0.5231	0.440	0.76	0.14
ICTL_1_DPG	0.462	0.545	0.5112	0.415	0.56	0.24
ICTL_1_AP	0.426	0.532	0.4968	0.372	0.59	0.26
ICTL_1_PBL	0.544	0.594	0.5641	0.506	0.67	0.22
ICTL_1_ICTI	0.680	0.678	0.6533	0.629	0.41	0.36
ICTL_2_DPPD	0.637	0.682	0.6572	0.595	0.47	0.28
ICTL_2_DPACTC	0.459	0.489	0.4510	0.409	0.44	0.25
ICTL_2_DPE	0.607	0.526	0.4913	0.551	0.37	0.34
ICTL_2_DEPD	0.716	0.629	0.6006	0.674	0.41	0.32
ICTL_2_DENPD	0.276	0.353	0.3064	0.232	0.59	0.19
ICTL_2_DEPE (-)	0.720	0.627	0.5990	0.654	0.33	0.50
ICTL_2_DIF	0.635	0.536	0.5018	0.581	0.34	0.35
ICTL_3_TIPP (-)	0.647	0.593	0.5626	0.620	0.10	0.18
ICTL_3_TIOM (-)	0.063	0.061	-0.0058	0.028	0.25	0.14
ICTL_3_TC	0.701	0.601	0.5714	0.648	0.42	0.39
ICTL_3_BE	0.504	0.396	0.3523	0.433	0.33	0.37
ICTL_3_PD	0.369	0.441	0.4004	0.314	0.37	0.26

ICTI_3_MD	0.854	0.868	0.8561	0.838	0.71	0.24
ICTI_3_DD	0.423	0.415	0.3721	0.360	0.23	0.31
ICTI_4_OCTI	0.750	0.763	0.7444	0.737	0.77	0.12
ICTI_4_AMD	0.327	0.375	0.3292	0.273	0.56	0.24
ICTI_4_ETIC	0.526	0.514	0.4783	0.475	0.30	0.27
ICTI_4_EBIT	0.209	0.142	0.0800	0.125	0.42	0.36
ICTI_4_ESIC (-)	0.483	0.462	0.4224	0.420	0.86	0.32
ICTI_4_TDL	0.867	0.888	0.8778	0.851	0.59	0.25
ICTI_4_TAS	0.417	0.504	0.4674	0.390	0.86	0.14

Fonte: Elaboração própria (2023)

Conforme resultado exposto no quadro 38, quando analisado o c-alfa do índice, o resultado aponta para uma alta consistência interna dos dados, dado o  $\alpha > 0,9$ , com base nas correlações e covariâncias. Além disso, os testes complementares também apontaram para a coerência estatísticas do índice, dado o  $G6 > 0,8$  e o  $\omega > 0,9$ .

Por outro lado, deve-se destacar que, ao analisar os indicadores individuais, foi possível perceber algumas peculiaridades. A primeira delas diz respeito aos resultados dos indicadores “Dispêndio Empresarial em atividades inovativas por pessoa empregada”, “taxa de inovação de produto e/ou processo”, “taxa de inovação organizacional e/ou de marketing” e “exportação em serviços intensivos em conhecimento” foram negativamente correlacionados com a escala total, apesar de apresentarem correlações fortes.

O segundo elemento que merece destaque é que os dados utilizados para os três primeiros indicadores supracitados são provenientes da PINTEC, cujo método de pesquisa é alvo de críticas, podendo, portanto, acarretar possíveis disfunções nos resultados do índice. Diante disso, optou-se por realizar alguns testes adicionais para analisar a sensibilidade desses indicadores sobre o índice – descritos na etapa 7.

De modo geral, a partir das análises foi possível verificar que o conjunto de indicadores propostos – a partir de uma criteriosa revisão de literatura das experiências nacionais e internacionais e, posteriormente, adaptação à realidade brasileira – apresentam uma coerência estatística para a mensuração do fenômeno estudado.

Assim, optou-se por realizar alguns testes de correlações na estrutura indicada, de modo a verificar o impacto dos indicadores individuais sobre o índice e pilares. Para determinar qual a técnica estatística utilizar na análise de correção, foi realizado um teste preliminar para identificar se as observações eram normalmente distribuídas. Assim, realizou-se o teste

Shapiro-wilk que apontou para a não normalidade da amostra ( $p > 0.05$ ), demandando, portanto, de um teste não paramétrico para a análise de correlação<sup>6</sup>.

Devido a essa característica, optou-se por utilizar o teste de correlação de Spearman considerando a distribuição dos dados. Tal correlação descreve a relação entre as variáveis através de uma função monotética, isto é, quando o valor de uma variável aumenta ou diminui, o valor da outra variável aumenta ou diminui. Ademais, o teste não possui pressupostos de linearidade. O resultado do coeficiente de Spearman pode variar entre -1 e 1, no qual quanto mais próximo dos extremos mais forte é a correlação. Além disso, os resultados podem apontar para uma correlação positiva ou negativa (DUMMIES, 2019).

Para Cohen (1992), os resultados da correlação de Spearman podem ser interpretados da seguinte forma, considerando os tamanhos de efeito:

- $r = 0,10$  -> correlação fraca.
- $r = 0,30$  -> correlação moderada.
- $r = 0,50$  -> correlação forte.

Para este trabalho, optou-se por realizar a correlação de duas formas distintas. Inicialmente, foram realizadas análises de correlação para cada pilar do índice a partir de uma matriz de correlação, conforme quadro 39.

### Quadro 39 – Correlação pilar 1

	ICTI_1_NDT	ICTI_1_NMT	ICTI_1_NGT	ICTI_1_DPG	ICTI_1_AP	ICTI_1_PBL	ICTI_1_ICTI
ICTI_1_NDT	1.00						
ICTI_1_NMT	0.96	1.00					
ICTI_1_NGT	0.65	0.71	1.00				
ICTI_1_DPG	0.98	0.98	0.63	1.00			
ICTI_1_AP	0.90	0.96	0.71	0.91	1.00		
ICTI_1_PBL	0.73	0.78	0.56	0.80	0.66	1.00	
ICTI_1_ICTI	0.58	0.39	0.22	0.46	0.23	0.31	1.00

Fonte: Elaboração própria (2023)

Conforme exposto, a maioria dos indicadores do pilar apresentam correlações fortes ou moderadas, sendo todas positivas. O indicador “Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação”,

<sup>6</sup> Foi realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk para todas as variáveis. Optou-se por esse teste de normalidade considerando o tamanho da amostra (<30). Apesar de algumas variáveis apresentarem distribuição normal, a maioria delas não apresentaram indícios de normalidade ( $p > 0.05$ ), complementada pela análise do histograma. Todos os resultados estão detalhados na seção de anexo.

no entanto, apresenta dois coeficientes com fraca correlação (Novos graduados per capita e Artigos publicados per capita).

O próximo quadro apresenta a matriz de correlação do pilar 2.

**Quadro 40 – Correlação pilar 2**

	ICTL_2_DPPD	ICTL_2_DPACTC	ICTL_2_DPE	ICTL_2_DEPD	ICTL_2_DENPD	ICTL_2_DEPE	ICTL_2_DIF
ICTL_2_DPPD	1.00						
ICTL_2_DPACTC	0.51	1.00					
ICTL_2_DPE	0.28	0.41	1.00				
ICTL_2_DEPD	0.24	0.27	0.50	1.00			
ICTL_2_DENPD	0.52	0.05	-0.16	0.34	1.00		
ICTL_2_DEPE	-0.36	-0.11	-0.34	-0.92	-0.48	1.00	
ICTL_2_DIF	0.40	0.28	0.61	0.56	-0.06	0.60	1.00

Fonte: Elaboração própria (2023)

O pilar 2, por outro lado, apresenta uma maior heterogeneidade em relação aos coeficientes. É possível verificar que o indicador “Dispêndio Empresarial por Pessoa Empregada” apresenta diversos coeficientes de correlação negativa, isso sugere que esse indicador está na direção oposta aos demais indicadores dessa dimensão. Já os indicadores “Dispêndio Empresarial em atividade que não P&D interna” e “Dispêndio por parte de instituições de fomento” apresentam um coeficiente de correlação negativo, no entanto a força é considerada baixa.

O próximo quadro apresenta a matriz de correlação do pilar 3.

**Quadro 41 – Correlação pilar 3**

	ICTL_3_TIPP	ICTL_3_TIOM	ICTL_3_TC	ICTL_3_BVE	ICTL_3_PD	ICTL_3_MD	ICTL_3_DD
ICTL_3_TIPP	1.00						
ICTL_3_TIOM	0.12	1.00					
ICTL_3_TC	-0.92	-0.48	1.00				
ICTL_3_BE	-0.45	-0.61	0.63	1.00			
ICTL_3_PD	0.10	0.04	-0.12	-0.15	1.00		
ICTL_3_MD	-0.60	-0.14	0.56	0.31	0.36	1.00	
ICTL_3_DD	-0.61	0.13	0.49	0.01	0.50	0.53	1.00

Fonte: Elaboração própria (2023)

O Pilar de atividades inovativas apresentou diversas correlações negativas, dentre as quais se destacam os indicadores “taxa de inovação de produto ou processo” e “taxa de inovação organizacional e/ou de marketing”. Esses indicadores, além de correlações negativas com

demais indicadores, apresentaram correlações fortes, podendo indicar uma possível direção contrária à dimensão.

O próximo quadro apresenta a matriz de correlação do pilar 4.

**Quadro 42 – Correlação pilar 4**

	ICTL_4_OCTI	ICTL_4_AMD	ICTL_4_ETIC	ICTL_4_EBIT	ICTL_4_ESIC	ICTL_4_TDL	ICTL_4_TAS
ICTL_4_OCTI	1.00						
ICTL_4_AMD	0.36	1.00					
ICTL_4_ETIC	0.21	0.15	1.00				
ICTL_4_EBIT	0.10	0.30	-0.25	1.00			
ICTL_4_ESIC	-0.23	-0.26	0.15	0.00	1.00		
ICTL_4_TDL	0.76	0.51	0.55	-0.01	-0.08	1.00	
ICTL_4_TAS	0.33	0.30	0.18	-0.23	0.43	0.56	1.00

Fonte: Elaboração própria (2023)

Na dimensão de Impactos, a maioria dos indicadores apresentam uma correlação fraca. Alguns, adicionalmente, apresentaram uma correlação negativa. Destaca-se, nesta dimensão, o indicador “Exportações de Serviços Intensivos em Conhecimento”, que apresenta correlações moderadas e negativas com três indicadores: ocupações em CT&I, Absorção de mestres e doutores e taxa de estabelecimentos nas atividades de TICs.

Após a análise de correlação das matrizes de cada pilar, optou-se por uma segunda análise do modo a permitir a avaliação da correlação dos indicadores individuais sobre a estrutura. Essa análise, diferentemente da anterior, permitiu investigar quais indicadores individuais estavam negativamente correlacionados com o índice e com o pilar (de forma individual). Além disso, tal análise foi realizada considerando o p-valor de cada correlação, permitindo inferir a significância dos resultados das correlações<sup>7</sup>.

Para tanto, realizou-se o teste de correlação para cada indicador considerando: (1) a correlação deste indicador com o resultado do pilar e (2) a correlação do indicador com o resultado do índice, conforme quadro 43.

**Quadro 43 – Coeficientes de correlação para os indicadores individuais**

Pilar	Indicador	Pilar		Índice	
		Rho	p-valor	Rho	p-valor
Condições Estruturais	1.1.1 Novos doutores titulados	1	5.511e-06	0.8	0.01383
	1.1.2 Novos mestres titulados	0.9666667	0.0001653	0.7166667	0.03687

<sup>7</sup> No teste de correlação, o p-valor corresponde à probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema que a estatística observada na unidade amostral. Valores elevados de p-valor significam maior probabilidade de o resultado da correlação não ser representativo.

Investimentos	1.1.3 Novos graduados	0.65	0.06656	0.666667	0.05889
	1.2.1 N° docentes na Pós-Graduação	0.9833333	4.96e-05	0.75	0.02549
	1.2.2 Publicação bibliográfica per capita	0.9	0.002028	0.583333	0.108
	1.3.1 Penetração de banda larga	0.7333333	0.03112	0.633333	0.07604
	1.3.2 Número de instituições de CT&I	0.587367	0.09631	0.6384424	0.06424
	2.1.1 Dispêndio público estadual em pesquisa e desenvolvimento como proporção da receita do estado	0.7333333	0.03112	0.7166667	0.03687
	2.1.2 Dispêndio público estadual em atividades científicas e técnicas correlatas como proporção da receita do estado	0.6833333	0.05032	0.5333333	0.1475
	2.1.3 Despesas com educação como proporção da receita do estado	0.7833333	0.01722	0.5666667	0.1206
	2.2.1 Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de P&D	0.5742856	0.1058	0.4653693	0.2068
	2.2.2 Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna	0.1980295	0.6095	0.4059605	0.2783
	2.2.3 Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada	-0.5148767	0.1561	-0.4851723	0.1855
	2.3.1 Operações contratadas por instituições de fomento direcionadas a inovação por UF;	0.7666667	0.02139	0.75	0.02549
	Atividades Inovativas	3.1.1 Taxa de inovação de produto e/ou de processo	-0.7822166	0.01273	-0.4653693
3.1.2 Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing		-0.4059605	0.2783	0.02970443	0.9395
3.2.1 Taxa de cooperação		0.8416254	0.004442	0.3861575	0.3046
3.2.2 Percentual do valor médio de desembolso com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas		0.5677777	0.1206	0.3166667	0.4101
3.3.1 Patente depositada per capita		0.3166667	0.4101	0.4666667	0.2125
3.3.2 Marca depositada per capita		0.75	0.02549	0.8333333	0.008267
3.3.3 Desenho industrial depositado per capita		0.7666666	0.02139	0.4333333	0.2499
4.1.1 Ocupações em ciência tecnologia e inovação como proporção das ocupações		0.4333333	0.2499	0.7833333	0.01722
4.1.2 Absorção mestres e doutores na indústria e em atividades de TIC e de PD&I em relação ao total de ocupações		0.65	0.06656	0.4666667	0.2125
4.1.3 Especialistas em TICs		0.3166667	0.4101	0.4	0.2912
Impactos	4.2.1 Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção das exportações	0.4166667	0.2696	0.2166667	0.5809

4.2.2 Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações	0.25	0.5206	0.2333333	0.5517
4.3.1 Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis	0.73	0.03112	0.8333333	0.008267
4.3.2 Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação	0.6	0.0968	0.5666667	0.1206

Fonte: Elaboração própria (2023)

De acordo com os resultados das correlações é possível verificar que a maior parte dos indicadores apresentam correlações positivas e fortes com os resultados dos pilares e do índice, sobretudo os indicadores do pilar “Condições Estruturais” que apresentam as maiores correlações com o resultado do índice, podendo, inclusive, apontar para uma maior influência sobre tal resultado – o que poderá ser confirmado posteriormente.

Por outro lado, alguns indicadores apresentaram correlações negativas em ambos os resultados, são esses: Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada, Taxa de inovação de produto e/ou de processo e Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing. Todavia, para tais indicadores o p-valor foi superior a 0,05 indicando a baixa representatividade do resultado.

Outro indicador que merece destaque é o “Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações” que apresentou uma correlação fraca ( $\rho = |0,10|$ ) com o pilar (0,25) e com o índice (0,23). No entanto, assim como no caso anterior, o p-valor foi superior a 0,05 indicando a baixa representatividade do resultado.

É importante destacar que os quatro indicadores supracitados foram os mesmo que apresentaram resultados destoantes no teste de Alpha de Crombach, na medida em que foram negativamente correlacionados com a escala total. Assim, na etapa 7, cada indicador foi avaliado separadamente de modo a verificar a sensibilidade do índice para tais casos.

De modo geral, as análises realizadas, a partir dos diversos métodos utilizados, demonstraram a coerência conceitual e estatística da estrutura proposta para a mensuração da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil.

Após os esforços direcionados a verificar a confiabilidade interna do instrumento de mensuração proposto, foi realizado o processo de normalização dos dados, que corresponde a etapa 5 da metodologia da OCDE (2008). A etapa de normalização é necessária para a viabilização do índice, uma vez que os dados coletados advêm de fontes distintas e possuem, naturalmente, unidades de medida diferentes. Assim, para permitir a ponderação e agregação

dos indicadores em um único índice é necessário unificar a unidade de medida desses dados de modo a inseri-los em uma faixa idêntica [0, 1].

Existem vários métodos que podem ser utilizados para esse fim, a exemplo da normalização Min-Max, Padronização em Score-Z, Ranqueamento, Escalas categóricas, Proporcionalidade, dentre outros. Inicialmente, optou-se pelo método Min-Max, onde os valores são inseridos em uma faixa idêntica de 0 a 1. No entanto, após a realização de testes de sensibilidade, percebeu-se que a escolha desse método acarretou a “perda” de dados – uma vez que, por vezes, algumas Unidades Federativas obtiveram, como resultado da normalização, o índice zero devido a sua colocação em comparação com as demais em repetidos indicadores – de modo que um dos objetivos do índice ficou comprometido: Oferecer informações relevantes quanto ao nível de desenvolvimento de cada UF de modo a contribuir na formulação de estratégias voltados ao seu desenvolvimento.

Assim, optou-se por utilizar o método da proporcionalidade, no qual é atribuído o valor 1 ao maior resultado de cada indicador enquanto os demais resultados são atribuídos proporcionalmente. Vale destacar que a escolha metodológica quanto ao processo de normalização dos dados acarreta, diretamente, resultados distintos para o índice. Diante disso, a escolha por tal método se deu considerando os objetivos da pesquisa, bem como as características dos dados.

Para ilustrar, a tabela 1 apresenta o caso do indicador Novos Doutores titulado per capita.

**Tabela 1** – Indicador novos doutores titulados per capita

INDICADOR: NOVOS DOUTORES TITULADOS			FONTE: GEOCAPES (2020)		
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de doutores titulados	População residente	Resultado	Normalização	Proporcionalidade
ALAGOAS	97	3351543	2,89419E-05	0,175998953	0,237873085
BAHIA	604	14930634	4,04537E-05	0,27829618	0,332488826
CEARÁ	533	9187103	5,80161E-05	0,434359912	0,476833753
MARANHÃO	65	7114598	9,13615E-06	0	0,075089871
PARAÍBA	456	4039277	0,000112891	0,921996579	0,927853846
PERNAMBUCO	728	9616621	7,57023E-05	0,591523603	0,622196043
PIAUÍ	98	3281480	2,98646E-05	0,184198123	0,245456581
RIO GRANDE DO NORTE	430	3534165	0,000121669	1	1
SERGIPE	162	2318822	6,98631E-05	0,539634922	0,574203676

Fonte: Elaboração própria (2023)

A unidade Federativa que obteve o melhor resultado neste indicador foi o Rio Grande do Norte – sendo atribuído o valor de 1 – enquanto o Maranhão apresentou o menor valor. Assim, é possível perceber a diferença entre os métodos de padronização dos dados: No método de normalização o Maranhão receberia o resultado zero, enquanto no método de proporcionalidade o mesmo obteve 0,07.

Após o processo de normalização, deu-se o processo de agregação ponderação dos indicadores. Assim como a maioria das experiências na construção de índices de CT&I, optou-se por utilizar a ponderação de pesos iguais, onde cada indicador apresenta o mesmo peso no sistema índice.

Ademais, para o processo de agregação, utilizou-se a agregação aditiva, que consiste na soma dos indicadores normalizados e ponderados. Assim, após o cálculo dos indicadores, foi calculada a média dos indicadores considerando todas as dimensões. Para ilustrar este processo, o quadro 44 apresenta os dados normalizados para todos os indicadores de CT&I, nos quais se aplicou a média aritmética resultando no valor do índice da Paraíba, no caso 0,66.

**Quadro 44 - Agregação dos indicadores da Paraíba**

<b>Indicador</b>	<b>Paraíba</b>
Novos doutores titulados	0,928
Novos mestres titulados	0,952
Novos graduados	1,000
Nº docentes na Pós-Graduação	0,854
Publicação bibliográfica per capita	0,960
Penetração de banda larga	0,797
Número de instituições de CT&I	0,300
Dispêndio público estadual em pesquisa e desenvolvimento como proporção da receita do estado	1,000
Dispêndio público estadual em atividades científicas e técnicas correlatas como proporção da receita do estado	1,000
Despesas com educação como proporção da receita do estado	0,649
Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de P&D	0,204
Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna	0,565
Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada	1,000
Operações contratadas por instituições de fomento direcionadas a inovação por UF;	0,268
Taxa de inovação de produto e/ou de processo	1,000
Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing	0,766
Taxa de cooperação	0,160
Percentual do valor médio de desembolso com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas	0,207
Patente depositada per capita	1,000
Marca depositada per capita	0,850
Desenho industrial depositado per capita	0,201
Ocupações em ciência tecnologia e inovação como proporção das ocupações	0,792

Absorção mestres e doutores na indústria e em atividades de TIC e de PD&I em relação ao total de ocupações	0,616
Especialistas em TICs	0,264
Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção das exportações	0,598
Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações	0,100
Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis	0,746
Taxa de micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação	0,919
<b>ÍNDICE</b>	<b>0,668</b>

Fonte: Elaboração própria (2023)

Assim, após a ponderação e agregação dos indicadores, cada Unidade Federativa obteve o seu desempenho médio quando ao desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Após a construção do índice a OCDE (2008) sugere, ainda, a realização de uma análise de sensibilidade, de modo a investigar o impacto das incertezas – que surgiram no decorrer dos processos anteriores – sobre o resultado do índice. Assim, para viabilizar essa etapa, foram registrados os questionamentos e incertezas que surgiram durante todo o processo de construção do índice, conforme quadro 45.

**Quadro 45 - Categorias para a análise de sensibilidade**

Cenário	Descrição
A	Exclusão do indicador Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada
B	Exclusão do Indicador Taxa de Inovação de Produto e Processo
C	Exclusão do Indicador Taxa de Inovação Organizacional e/ou de Marketing
D	Exclusão do Indicador Exportações de serviços intensivos em conhecimento
E	Junção dos indicadores da dimensão Exportação em bens intensivos em tecnologia e Conhecimento
F	Substituição do Denominador do Indicador Ocupações em Ciência Tecnologia e Inovação como proporção do total de ocupações, substituindo de ocupações totais para população residente
G	Substituição do Denominador do indicador Dispêndio público estadual em pesquisa e desenvolvimento, substituindo de receitas totais para PIB do estado
H	Substituição do Denominador do indicador Dispêndio público estadual em atividades científicas e técnicas correlatas, substituindo de receitas totais para PIB do estado
I	Substituição do Denominador do Indicador Artigos publica dos per capita, substituindo de população residente por pesquisadores

Fonte: Elaboração própria (2023)

Assim como relatado na etapa de testes estatísticos, para alguns indicadores foi necessário analisá-los individualmente. Assim, os primeiros quatro cenários correspondem à exclusão dos indicadores cujas correlações com o índice foram negativas: Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada, taxa de Inovação de Produto e Processo, Taxa de Inovação Organizacional e/ou de Marketing e Exportações de serviços intensivos em conhecimento.

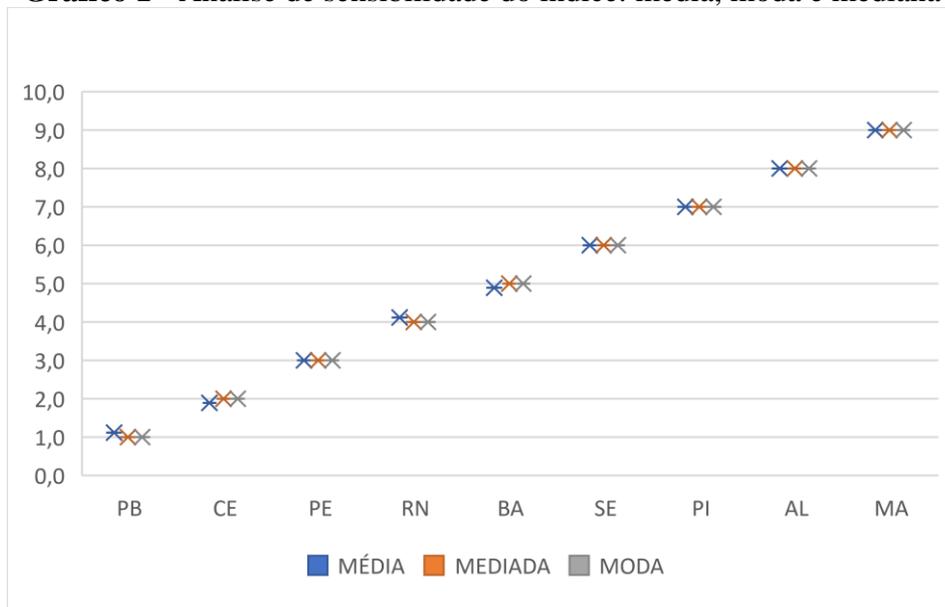
Diferentemente, os cenários de E a H propõe a alteração da base do cálculo dos indicadores a partir da substituição dos denominadores. Tais denominadores alternativos são

provenientes de outros estudos, como Zhan (2017), Silva, Quintino e Santana (2018), Silva Neto e Reis Filho (2019), Ziyang Li, Hongwei e Hongda (2019), Yi, Dezhi e Wen (2019), Xianzhong et al. (2021) e Beneli, Carvalho e Furtado (2022).

A cada cenário testado, foram realizados novos cálculos do índice para verificar a mudança em seu resultado. Além disso, as Unidades Federativas foram ranqueadas, entre a primeira e nona posição, de acordo com seu desempenho em cada cenário teste.

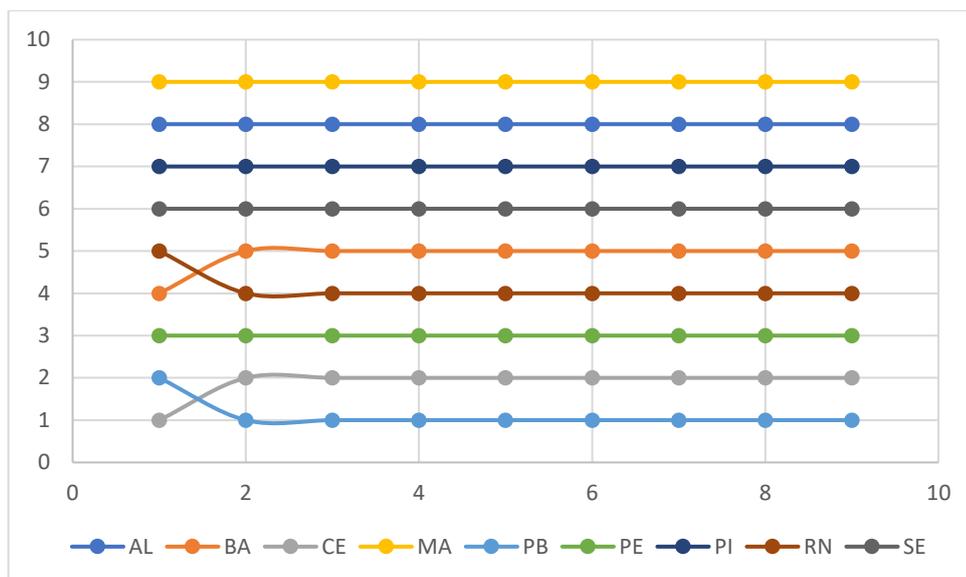
Complementarmente, para analisar a robustez da análise, foi realizada as estatísticas descritivas das posições, média, moda e mediana, conforme gráfico 1.

**Gráfico 1 - Análise de sensibilidade do índice: média, moda e mediana**



Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir das medidas de posição, é possível perceber que a moda e mediana apresentam igualdade, isto é, há uma homogeneidade dos resultados no decorrer dos cenários. Em quatro Unidades Federativas há uma oscilação da média das posições, porém essa diferença decorreu de uma troca de posição em um dos cenários entre tais estados, conforme ilustrado no gráfico 2.

**Gráfico 2** - Posições das Unidades Federativas ao longo dos cenários.

Fonte: Elaboração própria (2023)

É possível perceber que apenas no cenário A há uma mudança nas posições de quatro Unidades Federativas: O Ceará passa à primeira colocação, Paraíba passa para a segunda, Rio Grande do Norte passa para a quinta colocação, enquanto Bahia passa à quarta.

A partir da análise de sensibilidade, pôde-se constatar que a estrutura do índice proposto é pouco sensível às incertezas que surgiram ao longo do processo de construção, confirmando, ainda, a consistência estatística decorrentes das escolhas metodológicas.

Assim, após a realização dos testes estatísticos para investigar a coerência interna dos dados, bem como a aplicação de técnicas que permitiram a transformação do conjunto de indicadores em um índice sintético, foi possível a mensuração da Ciência, Tecnologia e Inovação das Unidades Federativas do Nordeste brasileiro. O quadro 46 sintetiza os resultados dos indicadores padronizados e ponderados, bem como da agregação em dimensões e pilares.

**Quadro 46 - Indicadores padronizados e ponderados**

UF	NDT	NMT	NGT	D1	DPG	AP	D2	PBL	ICTI	D3	Pilar	DPPD	DPACTC	DPE	D4	DEPD	DENPD	DEPE	D5	DIF	D6	Pilar 2
AL	0,238	0,309	0,610	0,386	0,383	0,410	0,397	0,426	0,100	0,263	<b>0,354</b>	0,182	0,153	0,016	0,117	0,204	0,565	1,000	0,590	0,054	0,054	<b>0,254</b>
BA	0,332	0,343	0,637	0,438	0,450	0,365	0,408	0,648	0,500	0,574	<b>0,468</b>	0,324	0,447	1,000	0,591	0,806	0,240	0,003	0,350	1,000	1,000	<b>0,647</b>
CE	0,477	0,451	0,799	0,576	0,495	0,517	0,506	0,873	0,500	0,687	<b>0,587</b>	0,616	0,607	0,612	0,612	1,000	1,000	0,003	0,668	0,247	0,247	<b>0,509</b>
MA	0,075	0,201	0,616	0,297	0,246	0,214	0,230	0,359	0,150	0,255	<b>0,266</b>	0,439	0,344	0,296	0,360	0,204	0,565	1,000	0,590	0,049	0,049	<b>0,333</b>
PB	0,928	0,952	1,000	0,960	0,854	0,960	0,907	0,797	0,300	0,548	<b>0,827</b>	1,000	1,000	0,649	0,883	0,204	0,565	1,000	0,590	0,268	0,268	<b>0,580</b>
PE	0,622	0,587	0,765	0,658	0,531	0,601	0,566	0,497	1,000	0,749	<b>0,658</b>	0,702	0,258	0,176	0,379	0,698	0,652	0,002	0,451	0,872	0,872	<b>0,567</b>
PI	0,245	0,427	0,898	0,523	0,412	0,538	0,475	0,621	0,100	0,361	<b>0,463</b>	0,100	0,419	0,114	0,211	0,204	0,565	1,000	0,590	0,146	0,146	<b>0,316</b>
RN	1,000	1,000	0,822	0,941	1,000	1,000	1,000	1,000	0,950	0,975	<b>0,967</b>	0,344	0,246	0,492	0,361	0,204	0,565	1,000	0,590	0,258	0,258	<b>0,403</b>
SE	0,574	0,797	0,655	0,675	0,638	0,706	0,672	0,820	0,100	0,460	<b>0,613</b>	0,522	0,496	0,000	0,339	0,204	0,565	1,000	0,590	0,147	0,147	<b>0,359</b>
NE	0,499	0,563	0,756	0,606	0,557	0,590	0,573	0,671	0,411	0,541	<b>0,578</b>	0,470	0,441	0,373	0,428	0,414	0,587	0,668	0,556	0,338	0,338	<b>0,441</b>

Continuação

UF	TIPP	TIOM	D7	TC	BVE	D8	PD	MD	DD	D9	Pilar 3	OCTI	AMD	ETIC	D10	EBIT	ESIC	D11	TDL	TAS	D12	Pilar 4	ÍNDICE
AL	1,000	0,766	0,883	0,160	0,015	0,087	0,409	0,646	0,352	0,469	<b>0,480</b>	0,590	0,325	0,126	0,347	0,176	1,000	0,588	0,358	0,967	0,662	<b>0,532</b>	<b>0,40485</b>
BA	0,795	0,754	0,775	1,000	1,000	1,000	0,222	0,794	0,201	0,406	<b>0,727</b>	0,770	0,343	0,222	0,445	1,000	0,017	0,508	0,518	0,685	0,601	<b>0,518</b>	<b>0,58997</b>
CE	0,460	1,000	0,730	0,833	0,142	0,488	0,358	0,877	1,000	0,745	<b>0,654</b>	0,768	0,822	1,000	0,863	0,350	0,053	0,201	1,000	1,000	1,000	<b>0,688</b>	<b>0,60970</b>
MA	1,000	0,766	0,883	0,160	0,251	0,206	0,168	0,258	0,040	0,155	<b>0,415</b>	0,674	0,350	0,331	0,452	0,001	0,008	0,004	0,388	0,683	0,535	<b>0,330</b>	<b>0,33589</b>
PB	1,000	0,766	0,883	0,160	0,207	0,183	1,000	0,850	0,201	0,684	<b>0,583</b>	0,792	0,616	0,264	0,557	0,598	0,100	0,349	0,746	0,919	0,832	<b>0,580</b>	<b>0,64256</b>
PE	0,846	0,433	0,640	0,982	0,928	0,955	0,400	1,000	0,118	0,506	<b>0,700</b>	1,000	0,702	0,303	0,668	0,178	0,027	0,102	0,892	0,977	0,934	<b>0,568</b>	<b>0,62335</b>
PI	1,000	0,766	0,883	0,160	0,093	0,127	0,125	0,463	0,025	0,204	<b>0,405</b>	0,741	1,000	0,100	0,614	0,763	0,000	0,381	0,454	0,685	0,570	<b>0,522</b>	<b>0,42621</b>
RN	1,000	0,766	0,883	0,160	0,179	0,170	0,257	0,876	0,058	0,397	<b>0,483</b>	0,863	0,380	0,159	0,467	0,012	0,004	0,008	0,638	0,941	0,790	<b>0,422</b>	<b>0,56875</b>
SE	1,000	0,766	0,883	0,160	0,115	0,137	0,422	0,625	0,105	0,384	<b>0,468</b>	0,726	0,524	0,175	0,475	0,673	0,079	0,376	0,303	0,890	0,597	<b>0,482</b>	<b>0,48054</b>
NE	0,900	0,754	0,827	0,419	0,326	0,372	0,373	0,710	0,233	0,439	<b>0,546</b>	0,769	0,562	0,298	0,543	0,417	0,143	0,280	0,588	0,861	0,725	<b>0,516</b>	<b>0,52020</b>

Fonte: Elaboração própria (2023)

Após todos os procedimentos realizados, no próximo subtópico são apresentados os resultados do índice a partir de diversas formas de decomposição analítica, conforme recomendado pela OCDE (2008), de modo permitir a compreensão das forças e fragilidades dos Sistemas de Inovação de cada Unidade Federativa.

### 4.3 Desempenho das Unidades Federativas do Nordeste (etapa 10)

Para viabilizar a construção de um índice capaz de mensurar o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação no contexto dos Sistemas Regionais de Inovação, foram realizados diversos esforços, desde a proposição teórica de um conjunto de indicadores capaz de representar as diversas facetas do processo inovativos, até os procedimentos estatísticos com vistas a verificar a sua robustez metodológica, seguindo as recomendações da OCDE (2008).

Nesse ínterim, foram necessários diversos ajustes e adequações devido às limitações do sistema estatístico brasileiro – que não permitiu a utilização de todos os indicadores mapeados na RSL – e a heterogeneidade dos dados disponíveis, considerando, sempre, os critérios de comparabilidade, utilidade e disponibilidade, propostos pela UNCTAD (2010).

A partir de tais esforços, se tornou possível determinar o desempenho de todas as Unidades Federativas que compõem o Nordeste quanto à Ciência, Tecnologia e Inovação, permitindo uma compreensão de como se encontra o Sistema Regional de Inovação do Nordeste. O gráfico 3 representa as diferenças entre as Unidades Federativas do Nordeste quanto ao seu desempenho no índice.

**Gráfico 3** - índice de Ciência, Tecnologia e Inovação no Nordeste

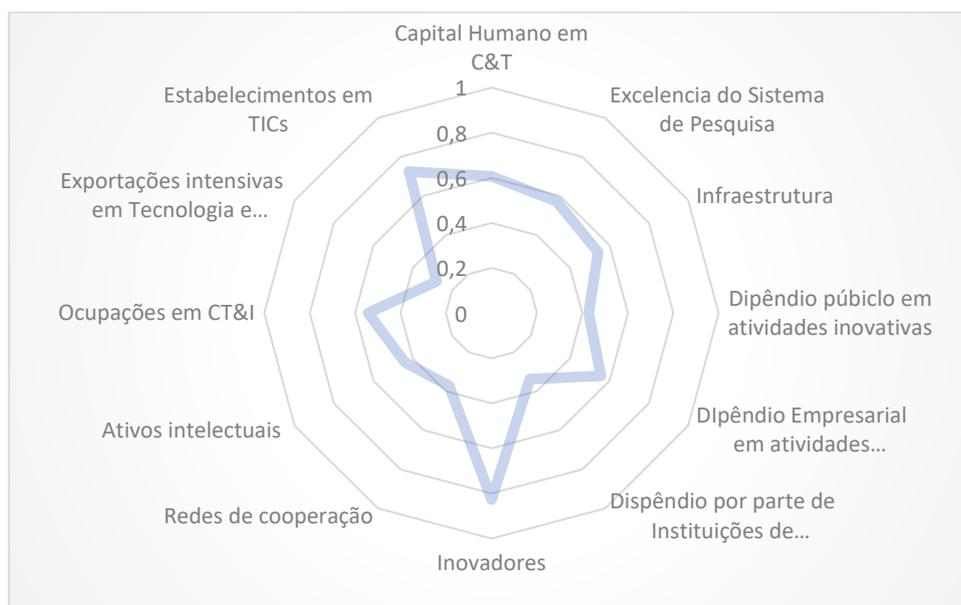


Fonte: Elaboração própria (2023)

O resultado do índice para a região Nordeste, a partir da média de todas as Unidades Federativas, foi 0,52. No entanto, é possível perceber que há uma heterogeneidade no desempenho das Unidades Federativas. Isso aponta para o fato de que, apesar de possuírem bases sociais, históricas e culturais similares, o Nordeste se desenvolveu de forma bastante heterogênea em diversos âmbitos, assim como, conforme resultado de pesquisa, no âmbito da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Com vistas a apreender quais dimensões impactam, mais fortemente, o desempenho da região, foi realizada uma decomposição analítica do índice do Nordeste, de modo a analisar o desempenho da região Nordeste nas diversas facetas do fenômeno. Para isso, optou-se por decompor o resultado do índice nas doze dimensões que compõem o processo inovativo, conforme gráfico 4.

**Gráfico 4 - Desempenho do Nordeste nas dimensões do processo inovativo**



Fonte: Elaboração própria (2023)

Conforme gráfico, a dimensão que mais impacta o resultado da região é o desempenho em atividades inovativas, para a qual o resultado foi 0,82, seguido de Estabelecimento em atividades relativas às TIC, com resultado de 0,72, e Capital Humano em Ciência e Tecnologia, com o resultado de 0,60. Apesar de tais dimensões apresentarem os três melhores desempenhos para a região, é possível perceber uma disparidade entre tais resultados, uma vez que a distância média entre os resultados é 11%.

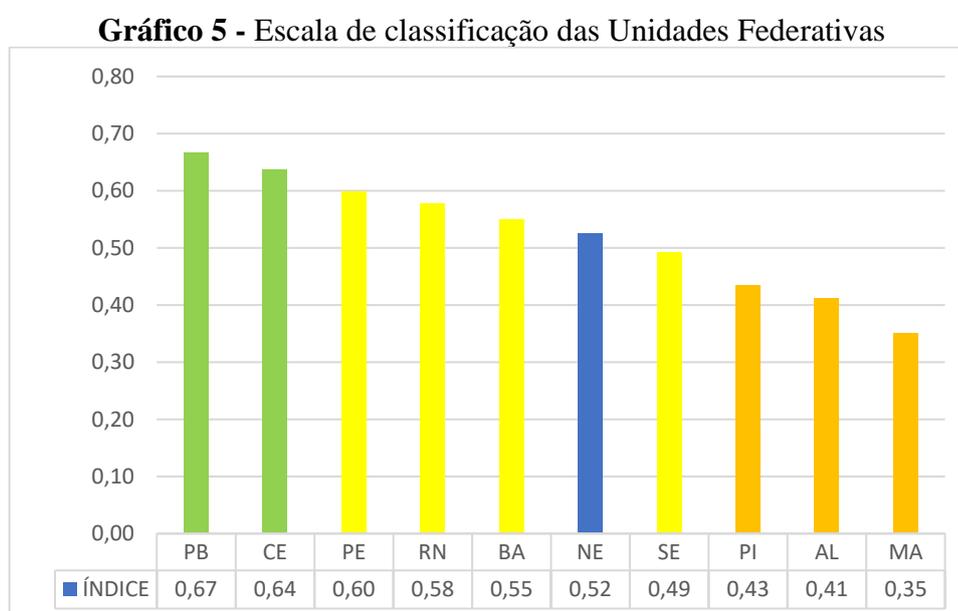
Por outro lado, os piores desempenhos se encontram nas dimensões Exportações intensivas em Tecnologia e Conhecimento, que recebeu um resultado de 0,28; seguido de dispêndio por parte de Instituições de fomento, para qual o resultado foi 0,33; e, por fim, redes

de cooperação, com o resultado de 0,37. Tais resultados estão, em média, 40% abaixo do resultado geral da região, apontando para uma grande fragilidade dessas dimensões na região.

De modo geral, percebe-se que a região Nordeste apresenta um desempenho consideravelmente heterogêneo entre as dimensões, realçando a necessidade de um intenso restabelecimento em diversas dimensões para um melhor desenvolvimento do Sistema inovativo da região, sobretudo nos resultados inovativos.

Após a compreensão dos resultados da grande região, realizou-se uma decomposição quanto a classificação das Unidades Federativas a partir de seu desempenho. Para isso, foi criada uma escala de Classificação das Unidades Federativas do Nordeste, baseando-se na classificação utilizada pela Comissão Europeia no EIS, conforme descrito na figura 7 apresentada na seção 3 desta dissertação.

Tal classificação divide as Unidades Federativas em 4 grupos. O primeiro, inovadores líderes, estão os estados que apresentaram o resultado 20% maior que a média do Nordeste; O segundo, seguidores, aqueles que obtiveram de 120% a 90% da média do Nordeste; O terceiro, moderados, aqueles que apresentaram de 90% a 50%; e, por fim, o quarto, modestos, aqueles que estiverem 50% abaixo da média do Nordeste. O gráfico 5 apresenta o resultado das Unidades Federativas a partir da aplicação da escala de classificação.



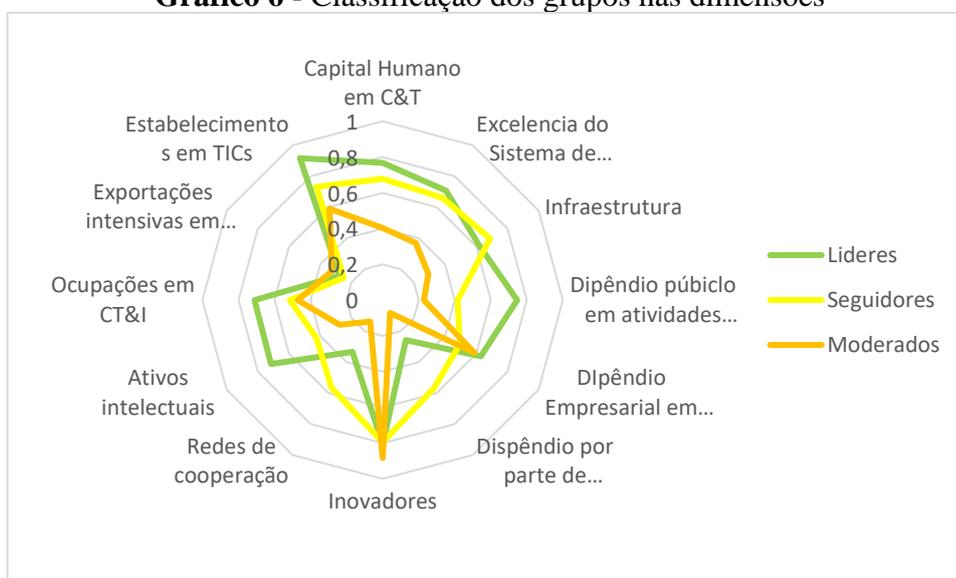
Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir da escala de classificação proposta, nenhuma Unidade Federativa do Nordeste se enquadrou no grupo “modesto”, isto é, apresentou um desempenho abaixo de 50% do resultado da região.

O grupo “líderes” é composto por Paraíba e Ceará, que obtiveram os melhores desempenhos da região, apresentando um resultado acima de 120% da média regional. O grupo “Seguidores” é o mais volumoso em quantidade de Unidades Federativas, sendo composto por Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e Sergipe. Dentre esses estados, apenas o Sergipe obteve um resultado menor do que a média regional. Por fim, o último grupo, inovadores moderados, é composto pelas Unidades Federativas Piauí, Alagoas e Maranhão, estando todos, pelo menos, 90% abaixo da média regional.

Foi calculada, ainda, a classificação desses grupos para dimensão do processo inovativo, de modo a indicar quais dimensões são mais representativas para cada grupo, conforme gráfico 6.

**Gráfico 6 - Classificação dos grupos nas dimensões**



Fonte: Elaboração própria (2023)

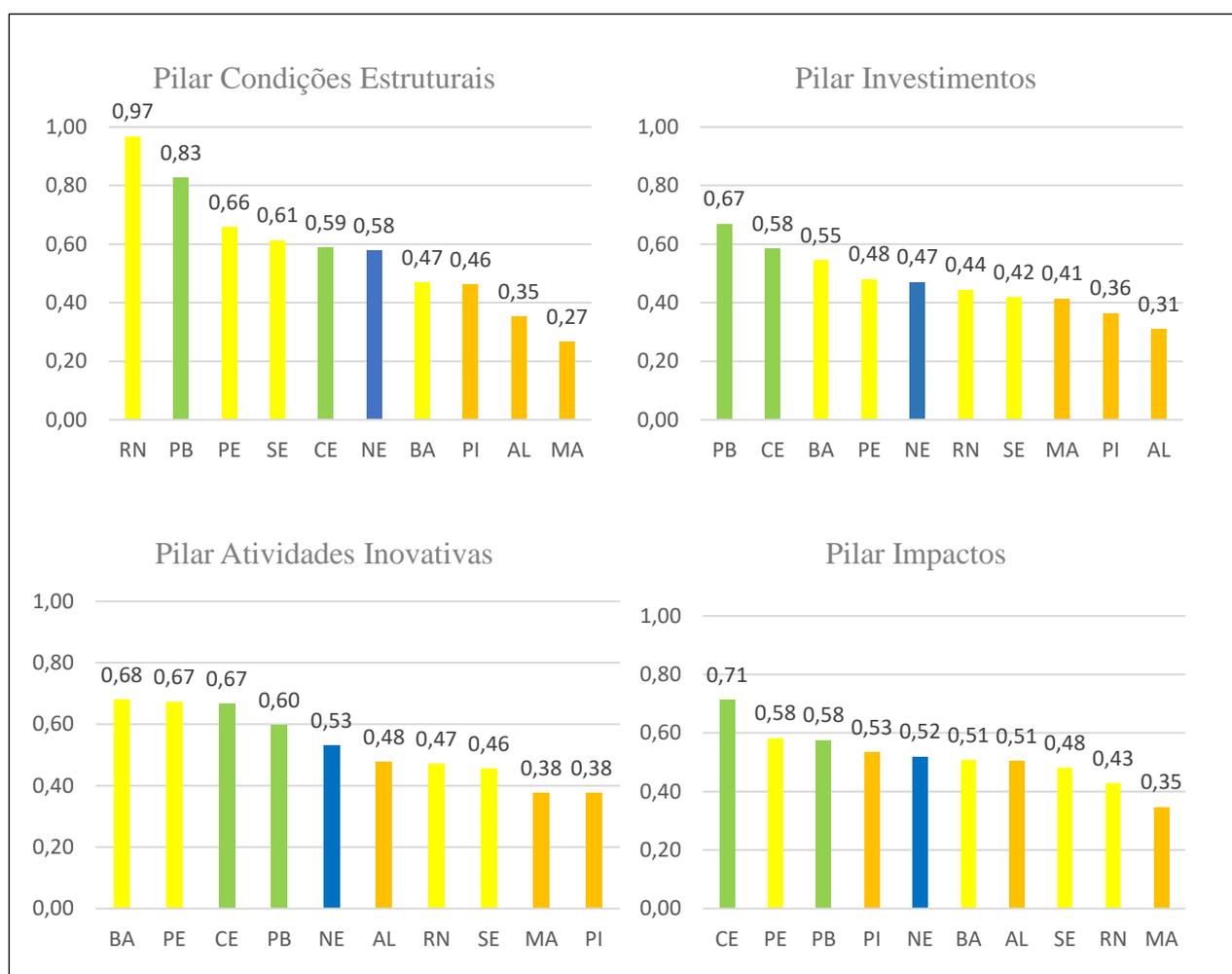
É possível perceber que o grupo “líderes” e “seguidores” apresentaram resultados semelhantes em diversas dimensões, como “Capital Humano em C&T”, “Excelência do Sistema de Pesquisa”, “Infraestrutura”, “Inovadores” e “Exportações Intensivas em tecnologia e conhecimento”, apresentando resultado médio de 0,62 em tais dimensões.

O grupo líderes se destaca nas dimensões “Dispêndio Público em atividades inovativas”, “Ativos intelectuais”, “Ocupações em CT&I” e em “Estabelecimento em TICs”, obtendo um desempenho médio de 0,77 nessas dimensões. Esse resultado aponta para a importância do papel do poder público, através dos investimentos diretos em CT&I, em relação aos resultados das atividades inovativas (ativos intelectuais) e seus impactos (ocupações e estabelecimentos em C&T).

A partir das dimensões é possível perceber, também, que o desempenho aquém nas dimensões “Dispêndio Público em atividades inovativas”, “Ativos intelectuais”, “Ocupações em CT&I” foi responsável, em grande medida, pelo desempenho inferior do grupo “seguidores” em relação ao grupo “líderes”. O grupo “moderados”, por outro lado, apresentou o seu melhor desempenho – e único – na dimensão inovativos, no qual obteve o resultado de 0,88.

Uma outra forma de decomposição utilizada para analisar o desempenho de cada UF foi o desempenho das Unidades Federativas por pilar. Para isso, foram calculadas as médias dos indicadores de CT&I pertencentes a cada pilar e, posteriormente, as Unidades Federativas foram classificadas em ordem decrescente, conforme gráficos a seguir.

**Gráfico 7 - Decomposição por pilar**



Fonte: Elaboração própria (2023)

É possível perceber que o grupo dos líderes, composto por Paraíba e Ceará, estiveram bem colocados em quase todos os pilares, reiterando o seu bom desempenho no índice como um todo. No caso específico da Paraíba, apenas no pilar Atividades Inovativas o estado

apresentou um resultado mediano, estando na 4ª posição – mas, ainda assim, acima da média regional. O Ceará, por outro lado, alterna entre a 1ª e 5ª posição no decorrer dos pilares, mas, em todos os casos, o estado se manteve acima da média, assim como a Paraíba; obteve, ainda, o melhor resultado da região para o pilar “Impactos”.

No que diz respeito ao grupo “seguidores” é possível perceber uma distribuição mais alternada entre os pilares. Destaca-se o estado de Pernambuco que apresentou boas colocações em todos os pilares, alternando de 2ª para 3ª, apenas.

Vale destacar que as três Unidades Federativas supracitadas foram as únicas que estiveram acima da média regional em todos os pilares, demonstrando uma maior homogeneidade dos respectivos sistemas inovativos. Por outro lado, estados como Bahia, que obteve o melhor desempenho em no pilar Atividades Inovativas, e Rio Grande de Norte, que apresentou o melhor desempenho no Pilar Condições Estruturais, apresentaram desempenhos abaixo da média do Nordeste em, no mínimo, dois pilares, indicando que seus resultados são fortemente influenciados por extremos, necessitando, portanto, um aprimoramento nos demais pilares para se alcançar um sistema mais homogêneo e desenvolvido.

Por fim, as Unidades Federativas que compõem o grupo moderados se mantiveram nas últimas colocações em quase todos os pilares, com exceção apenas do pilar de impactos, onde os estados de Alagoas e Piauí apresentaram resultados acima da média.

Ao analisar os resultados das Unidades Federativas para cada pilar, a partir do teste de correlação, percebe-se que a alguns pilares apresentam uma maior convergência, conforme quadro 47.

**Quadro 47** - Correlação entre os resultados do índice para cada pilar

	Pilar 1	Pilar 2	Pilar 3	Pilar 4
Pilar 1	1.00			
Pilar 2	0.48	1.00		
Pilar 3	0.29	0.75	1.00	
Pilar 4	0.22	0.52	0.70	1.00

Fonte: Elaboração própria (2023)

Todos os pilares apresentam coeficientes positivos e, em sua maioria, com correlações moderadas a forte. O pilar “Condições Estruturais” correlaciona-se mais fortemente com o pilar “Investimentos”, e uma correlação moderada a fraca com os pilares “Atividades inovativas” e “Impactos”. O pilar “investimentos”, por sua vez, apresenta fortes correlações com o pilar “Atividades Inovativas” ( $p=0.75$ ), e correlações moderadas a forte nos demais pilares. Isto é, as Unidades Federativas que obtiveram um melhor resultado no quesito investimentos

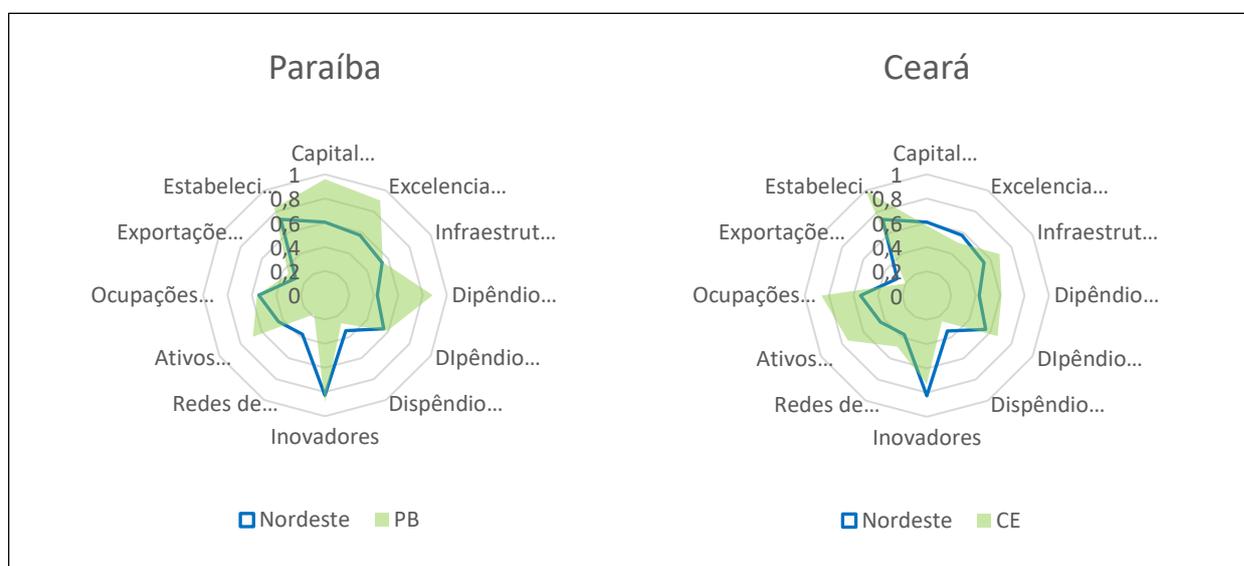
apresentaram, também, melhores resultados nos demais pilares. Por fim, cabe destacar, também, a forte correlação existente entre os pilares “Atividades Inovativas” e “impactos”, evidenciando que as Unidades Federativas que apresentaram melhores resultados nas atividades empresariais direcionada à inovação apresentaram, do mesmo modo, bons resultados em “Impactos”. Tais resultados indicam que o desenvolvimento inovativo na região nordeste é fortemente dependente dos incentivos dos órgãos governamentais e das demais instituições públicas, na medida em que os investimentos públicos estão fortemente correlacionados com os resultados inovativos.

Posteriormente, após a análise do desempenho das Unidades Federativas por pilar, foram analisadas as dimensões do processo inovativo através dos grupos de classificação identificados, a saber: Líderes, Seguidores e Moderados. Além disso, os SRI de cada Unidade Federativa foram caracterizados quanto ao seu desempenho no índice a partir das particularidades decorrentes da decomposição das dimensões.

De modo geral, a região Nordeste é caracterizada por uma heterogeneidade no que diz respeito às dimensões do processo inovativo. Isso se torna perceptível na medida em que uma mesma Unidade Federativa apresenta resultados extremos para as distintas dimensões. Em alguns casos, não se trata apenas de uma heterogeneidade e sim de um sistema incompleto. Esses casos podem ser mais bem percebidos quando analisados a partir dos grupos de classificação.

Assim, como vistas a analisar os elementos que impactaram os melhores resultados das Unidades Federativas no índice, o gráfico 8 apresenta os resultados do grupo líderes, composto pela primeira e segunda colocada da região: Paraíba e Ceará, respectivamente.

**Gráfico 8 - Grupos Líderes**



Fonte: Elaboração própria (2023)

No grupo líderes, as Unidades Federativas são caracterizadas por uma maior uniformidade do Sistema inovativo, uma vez que o resultado do índice para as dimensões estão, quase sempre, cerca de 20% acima da média do Nordeste. No entanto, como característica da própria região Nordeste, há algumas irregularidades.

A primeira colocada, a Paraíba, apresenta um sistema consideravelmente mais desenvolvido do que a região, uma vez que a Unidade Federativa apresenta resultados superiores em dez das doze dimensões. Uma das principais forças do Sistema inovativo paraibano refere-se ao Capital Humano em C&T e Excelência do Sistema de Pesquisa, nos quais o estado obteve um índice superior a 0.9. Dentre os indicadores que compõem tais dimensões, destaca-se o “Número de Novos Graduados titulados per capita”, no qual o estado apresentou o melhor resultado para a região, evidenciando o papel chave das Universidades para o estado.

Com exceção do indicador “docentes na pós-graduação”, todos os indicadores destas dimensões apresentaram resultados excelentes (acima de 0,9), influenciando na colocação privilegiada do estado neste pilar. Vale destacar que a Unidade Federativa manteve-se na 2ª colocação em todos os demais indicadores que compõem as dimensões “Capital Humano em C&T” e “Excelência do Sistema de pesquisa”, evidenciando a forte estrutura do estado no que diz respeito à Ciência, Tecnologia e Inovação.

Outra dimensão que merece destaque é “Dispêndio público em Atividades Inovativas” na qual a Unidade Federativa obteve o melhor desempenho da região, com destaque para os investimentos em P&D e ACTC que, assim como na dimensão, o estado obteve a melhor colocação. No que diz respeito ao dispêndio público em educação, o estado fica atrás apenas da Bahia.

Por outro lado, o estado da Paraíba apresenta algumas fragilidades em seu sistema inovativo. A primeira diz respeito aos investimentos em atividades inovativas por parte das instituições de fomento. Outra fragilidade do estado diz respeito a Redes de Cooperação, na medida em que a cooperação entre empresas, assim como a quantidade de bolsas concedidas mediante a algum vínculo com as empresas, ainda se mostra incipiente no estado.

A Unidade Federativa do Ceará, por sua vez, apresenta resultados acima da média do Nordeste em 7 dimensões. Dentre estas, destacam-se as dimensões “Infraestrutura” no qual o estado obteve o 2º melhor desempenho da região,

No que diz respeito aos investimentos direcionados às atividades inovativas, o estado se destacou tanto nos esforços públicos direcionados a C&T como nos esforços privados. O estado

aparece na segunda posição no quesito Dispendio público em C&T. Além disso, há um equilíbrio entre os indicadores da dimensão, evidenciando que, no estado do Ceará, todos os âmbitos que envolvem a CT&I estão no cerne da política pública.

Isso também ocorre quando analisados os esforços do setor produtivo nas atividades inovativas. Neste quesito, o Ceará obteve o melhor resultado para região Nordeste. Esse resultado é influenciado tanto pelos investimentos em P&D interno às empresas quanto em P&D não interno, demonstrando que as empresas inovativas do estado utilizam distintos mecanismos para se apropriar e empregar conhecimentos científicos e tecnológicos em suas atividades.

No que se refere às atividades inovativas, o Ceará se destaca nos ativos intelectuais, no qual apresentou o melhor desempenho da região. Esse resultado é fortemente influenciado pelo número de Marca depositada e Desenho Industrial depositado per capita. De maneira oposta, quando analisados os números de pedidos de patentes realizados, a Unidade Federativa apresenta um resultado abaixo da média da região.

Por fim, outra força que merece destaque nesta Unidade Federativa diz respeito ao Pilar de Impactos. Neste pilar, o Ceará apresenta os melhores desempenhos das dimensões Ocupações em C&T e os Estabelecimentos em C&T, obtendo um resultado inferior apenas quando analisado o número de exportações de bens e serviços intensivos em tecnologia e conhecimento. Isso aponta para o fato de que a produção tecnológica do estado está focada no mercado interno.

Por outro lado, ao contrário do estado da Paraíba, o Ceará apresenta diversas fragilidades em seu sistema inovativo. A primeira diz respeito ao pilar condições estruturais, uma vez que os resultados para os indicadores “Capital Humano em C&T” e “Excelência do Sistema de Pesquisa” aparecem abaixo da média regional. Esse resultado se deve, principalmente, pelo número reduzido de novos Doutores e Mestres titulados no estado, bem como o número de Docentes na pós-graduação e Artigos publicados per capita.

Outra fragilidade, já citada anteriormente, refere-se às Exportações intensivas em tecnologia e conhecimento. Verifica-se que, apesar do estado apresentar bons resultados no pilar de impactos e atividades inovativas – que são indicadores de resultado –, o mesmo não expande suas atividades, ou fornecimento de bens, para outros países, apresentando, pois, uma produção centrada no mercado interno.

O quadro 48 apresenta uma síntese das características supracitadas de cada uma das Unidades Federativas que pertencem ao grupo líderes a partir da análise realizada.

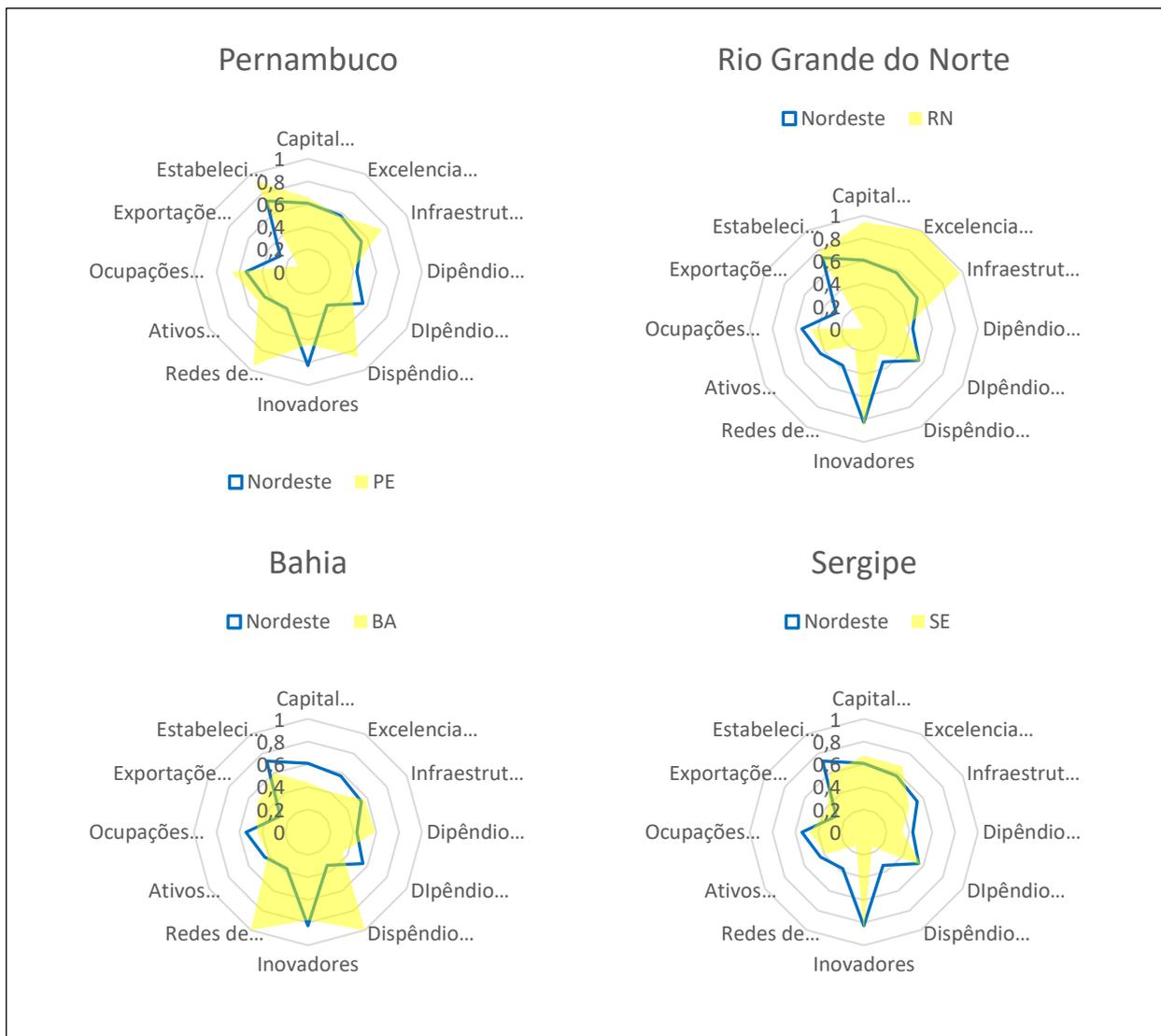
**Quadro 48** - Caracterização dos sistemas inovativos do grupo Líderes

Unidade Federativa	Caracterização do SRI	Forças	Fragilidades	Potencialidades
<b>Paraíba</b>	Homogêneo, com irregularidades, índices acima do Nordeste em 10 dimensões	Capital Humano em C&T, Excelência do Sistema de pesquisa, Dispêndio público em C&T, Ativos intelectuais e Estabelecimentos em C&T.	Dispêndio por parte de instituições de fomento e Redes de cooperação	<b>Infraestrutura,</b> Dispêndio empresarial em atividades inovativas, Inovadores, Ocupações em C&T, exportações em C&T.
<b>Ceará</b>	Homogêneo, com irregularidades, índices acima do Nordeste em 7 dimensões	Infraestrutura, Dispêndio público em C&T, Dispêndio empresarial em atividades inovativas, Ativos intelectuais, Ocupações em C&T e Estabelecimentos em C&T.	Capital Humano em C&T, Excelência do Sistema de pesquisa, Dispêndio por parte de instituições de fomento, inovadores e Exportações intensivas em tecnologia e conhecimento.	Redes de cooperação

Fonte: Elaboração própria (2023)

De modo geral, as duas Unidades Federativas que compõem o grupo Inovadores Líderes apresentam sistemas inovativos mais desenvolvidos com um grau maior de homogeneidade – quando comparado às demais. Ainda assim, é possível perceber algumas irregularidades em seus sistemas e, conseqüentemente, algumas fragilidades e oportunidades de aprimoramento.

Após analisar os líderes do índice, analisa-se as Unidades Federativas enquadradas na classificação “seguidoras”, isto é, aquelas que apresentaram resultado entre 120% e 90% da média regional. Nesta classificação estão inseridas as Unidades Federativas Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e Sergipe, conforme gráfico 9.

**Gráfico 9 - Grupo Seguidores**

Fonte: Elaboração própria (2023)

As quatro Unidades Federativas que compõem o grupo Inovadores Seguidores apresentam sistemas inovativos com desempenho próximo à média regional. No entanto, diferem quanto ao nível de uniformidade e desenvolvimento das dimensões.

O primeiro colocado do grupo, Pernambuco, apresenta uma similaridade com as Unidades Federativas do grupo Inovadores Líderes: Seu sistema inovativo é homogêneo e apresenta resultados superiores à região em mais da metade das dimensões.

Dentre as principais forças, o estado apresentou o maior desempenho da região na dimensão infraestrutura, com destaque para o número de instituições de CT&I alocadas no estado e que atuam em prol de um ambiente inovador. Tal resultado impactou positivamente o desempenho no pilar “Condições Estruturais”, no qual o estado obteve o terceiro melhor desempenho. No que se refere aos investimentos em atividades inovativas, a Unidade

Federativa se destaca nos dispêndios realizados por parte de instituições de fomento, no qual obteve o segundo melhor desempenho.

No pilar de atividades inovativas, o estado se destaca nas Redes de Cooperação, apresentando o segundo melhor resultado tanto na taxa de cooperação das empresas inovadoras quanto no percentual médio de bolsas condicionadas a algum vínculo com as empresas, estando atrás da Bahia nesse quesito. O estado se destacou, também, no indicador marca depositada per capita, obtendo a melhor colocação em tal indicador.

Por fim, no pilar de impactos, o estado apresenta uma característica similar ao grupo dos líderes, se destacando nas dimensões ocupações em C&T e Estabelecimentos em TICs – estando atrás apenas da Unidade Federativa do Ceará. Esse resultado é fortemente influenciado pela atividade de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação.

De maneira oposta, o estado apresenta algumas fragilidades em seu sistema de inovação. A primeira delas refere-se às Exportações intensivas em tecnologia e conhecimento, na qual o estado obteve o seu pior desempenho quando comparado à média regional. Similarmente ao caso do Ceará, é possível perceber que os resultados positivos nos indicadores de resultado não influenciaram positivamente a taxa de exportações intensivas em tecnologia e conhecimento. Outra fragilidade que merece destaque diz respeito aos investimentos em C&T. Tanto no caso dos dispêndios públicos em P&D como nos dispêndios empresariais o estado apresenta resultados inferiores a dimensão.

A segunda Unidade Federativa do Grupo é o Rio Grande do Norte que, diferentemente das anteriores, apresenta uma marcante heterogeneidade em seu sistema inovativo. Essa característica é percebida na medida em que metade das dimensões apresentam resultados acima da média regional e a outra metade abaixo, como dois extremos.

Os melhores desempenhos da Unidade Federativa se concentram no pilar de Condições Estruturais, com destaque para o número de doutores e mestres titulados per capita, no qual o estado apresenta o melhor desempenho da região. O mesmo ocorre na dimensão Excelência do Sistema de Pesquisa, tanto no número de docentes na pós-graduação, como nas publicações bibliográficas. Evidenciando um maduro sistema de pesquisa no estado, contemplando desde a formação de capital humano qualificado, até a própria produção científica.

O estado apresenta, ainda, uma forte Infraestrutura para as Atividades Inovativas, sendo o estado que apresenta o maior nível de penetração de banda larga e o segundo no número de instituições de CT&I na região.

No outro extremo de seu sistema inovativo, o estado apresenta diversas fragilidades. A maior de suas fragilidades refere-se a exportações de bens e serviços intensivos em tecnologia e conhecimento, apresentando menor resultado da região. De maneira similar, a dimensão Ocupações em C&T está abaixo da média regional, indicando que os impactos das atividades inovativas ainda não são tão evidentes no estado.

Outra fragilidade marcante refere-se ao pilar “atividades inovativas”, mais precisamente nas dimensões “ativos intelectuais” e “Redes de cooperação”, no qual o estado apresenta resultados inferiores à região. Isso se repete, também, nos investimentos públicos e por instituições de fomento.

Essas características apontam para um sistema que se desenvolveu de forma excessivamente desigual, refletindo em fragilidades em diversos âmbitos do processo inovativo. Por mais que o estado detenha condições estruturais para o desenvolvimento de conhecimentos, a difusão não ocorre de maneira desejada, sendo evidenciada pelos indicadores de resultados.

A terceira Unidade Federativa do grupo seguidores, a Bahia, também apresenta um sistema heterogêneo, com sete dimensões abaixo da média regional. Tal Unidade Federativa se assemelha ao Rio Grande do Norte no que se refere aos resultados extremos, no entanto as forças e fragilidades – e, também, potencialidades – se distinguem.

A principal força da Unidade Federativa são as Redes de Cooperação, considerando a taxa de cooperação tanto quanto o valor médio de bolsas condicionadas a algum vínculo com as empresas. Igualmente, na dimensão “dispêndio por instituições de fomento” o estado apresenta o melhor desempenho da região, demonstrando que a articulação entre empresas e instituições, além de força, pode ser considerada uma oportunidade para o desenvolvimento e aprimoramento do sistema inovativo.

Além dessas dimensões, destaca-se os esforços públicos direcionados a C&T, sobretudo no quesito investimentos estaduais em educação, no qual o estado apresentou o melhor desempenho para a região. Por fim, no pilar de impactos, a Bahia se destacou na dimensão exportações em bens intensivos em tecnologia e conhecimento – a única dimensão no pilar impactos em que o estado apresenta um resultado acima da média regional.

Por outro lado, a Bahia apresenta algumas fragilidades que devem ser citadas. Destaca-se as dimensões que compõem do todo o pilar “condições estruturais”, envolvendo o capital humano em C&T, a Excelência do Sistema de Pesquisa, no qual o desempenho é inferior à média regional. Apenas um indicador em todo o pilar apresenta um resultado superior, instituições de CT&I. Outra fragilidade que deve ser destacada refere-se ao pilar de impactos,

sobretudo nas dimensões Ocupações em C&T e Estabelecimentos em C&T, no qual o estado apresenta resultados inferiores aos da região.

Essas fragilidades demonstram que o sistema inovativo do estado apresenta dificuldades para a efetivação da geração e disseminação do conhecimento científico e tecnológico para a sua cadeia produtiva, demandando, portanto, de incrementos e aprimoramentos em seu sistema.

Por fim, a última Unidade Federativa que compõe o grupo seguidores, Sergipe, apresenta uma característica única no grupo: o resultado no índice se encontra abaixo da média do Nordeste. Apesar disso, o estado apresenta um sistema homogêneo, no qual os valores para as dimensões se aproximam da média regional.

A dimensão “Excelência do Sistema de pesquisa” apareceu como única força do sistema inovativo do estado, com destaque para os artigos publicados per capita, no qual o estado obteve o terceiro melhor desempenho, que impactou positivamente o resultado da dimensão. Todos os demais resultados positivos estão próximos à média regional e demandam de um maior aprimoramento.

De modo oposto, o estado apresenta algumas fragilidades em seu sistema inovativo. A primeira diz respeito à dimensão Dispendio público em C&T que aparece abaixo da média regional. O mesmo ocorre com as dimensões “Redes de cooperação” e “Ativos intelectuais”, nas quais o estado apresenta taxas muito abaixo da média regional. Outra fragilidade, refere-se ao pilar de impactos, abrangendo todas as suas três dimensões, “Ocupações em C&T”, “exportações intensivas em tecnologia e conhecimento” e Estabelecimentos em C&T”, nas quais o desempenho se manteve abaixo da média do Nordeste.

De modo geral, Sergipe, apesar de compor o grupo seguidores, apresenta um desempenho inferior quando comparado às demais Unidades Federativas do grupo, apresentando, pois, um sistema inovativo intermediário.

O quadro 49 apresenta uma síntese das características supracitadas de cada uma das Unidades Federativas que pertencem ao grupo seguidores.

**Quadro 49 - Caracterização do grupo seguidores**

Unidade Federativa	Caracterização do SRI	Forças	Fragilidades	Potencialidades
<b>Pernambuco</b>	Homogêneo, com irregularidades, índices acima da região em 8 dimensões.	Infraestrutura, Dispendio por parte de instituições de fomento, Redes de cooperação, Ocupações em C&T,	Dispendio público em P&D, Dispendio Empresarial em atividades inovativas, Inovadores,	Capital Humano em C&T, excelência do sistema de pesquisa, Ativos intelectuais,

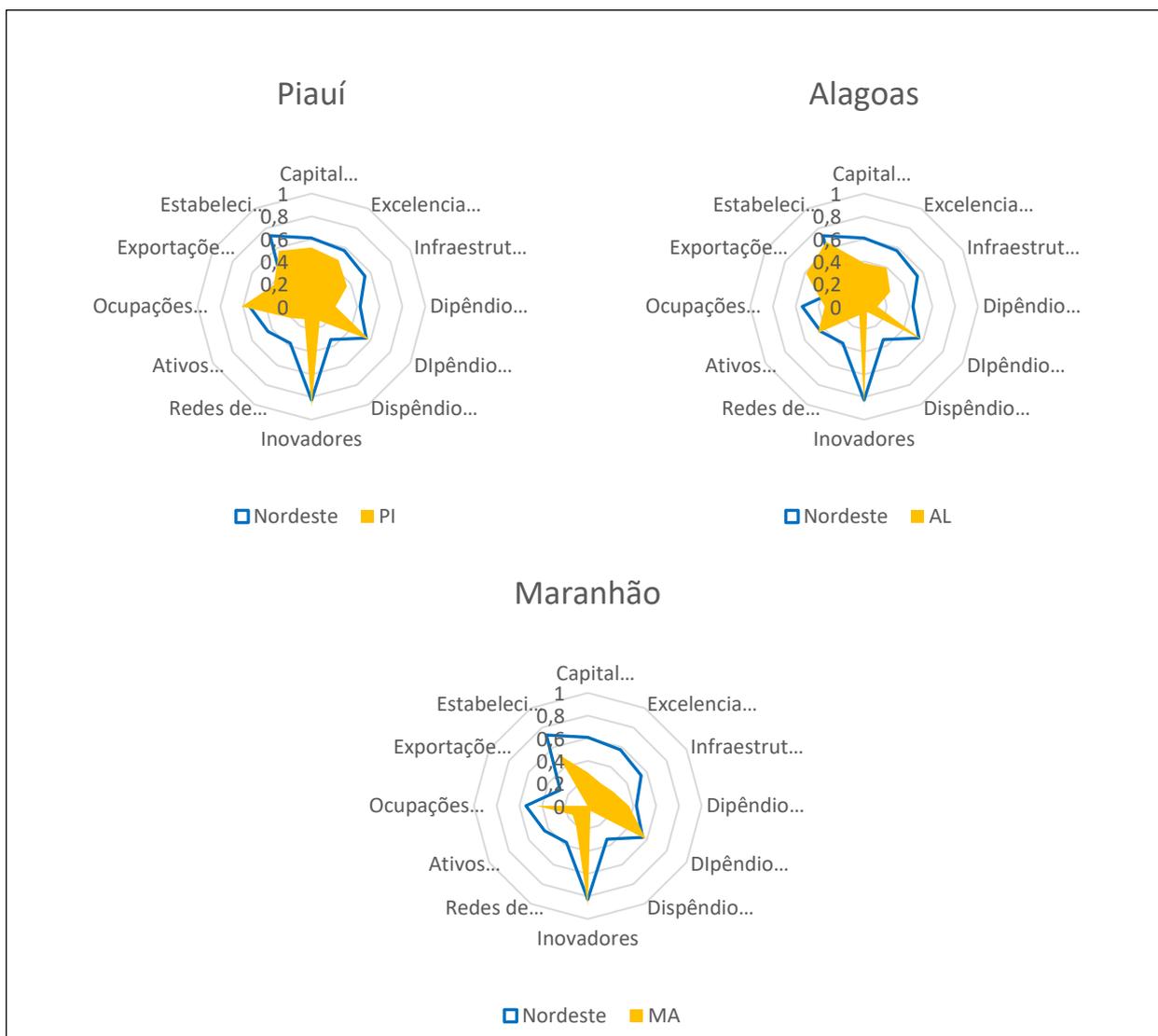
<b>Rio Grande do Norte</b>		Estabelecimentos em TICs.	Exportações intensivas em tecnologia e conhecimento.	
	Heterogêneo, com índices muito alto e muito baixos da média regional (6 acima e 6 abaixo).	Capital Humano em C&T, Excelência do Sistema de pesquisa, Infraestrutura.	Dispêndio público em C&T, Dispêndio por parte de instituições de fomento, Redes de cooperação, Ativos intelectuais, Ocupações em C&T e exportações em C&T	Dispêndio empresarial em atividades inovativas, Inovadores, Estabelecimentos em C&T.
<b>Bahia</b>	Heterogêneo, com 7 dimensões abaixo da média regional.	Dispêndio público em C&T, Dispêndio por parte de instituições de fomento, Redes de cooperação e exportações em C&T.	Capital Humano em C&T, Excelência do Sistema de pesquisa, Dispêndio empresarial em atividades inovativas, Inovadores, Ativos intelectuais, Ocupações em C&T, Estabelecimentos em C&T.	Infraestrutura
<b>Sergipe</b>	Homogêneo, índices próximos à média regional.	Excelência do Sistema de pesquisa	Dispêndio público em C&T, Redes de cooperação, Ativos intelectuais, Ocupações em C&T, exportações em C&T e Estabelecimentos em C&T.	Capital Humano em C&T, Infraestrutura, Dispêndio empresarial em atividades inovativas, Dispêndio por parte de instituições de fomento, Inovadores e exportações em C&T.

Fonte: Elaboração própria (2023)

De modo geral, as Unidades Federativas que compõem o grupo Inovadores Seguidores apresentam sistemas inovativos com maior nível de assimetrias e com desempenhos próximos ou abaixo da média regional.

Após analisar o grupo dos seguidores do índice, o último grupo refere-se aos “moderados”, isto é, as Unidades Federativas que apresentaram resultado entre 90% e 50% da média regional. Nesta classificação estão inseridas as Unidades Federativas remanescentes: Piauí, Alagoas e Maranhão, conforme gráfico 10.

Gráfico 10 - Grupo Moderados



Fonte: Elaboração própria (2023)

Uma característica central do grupo “moderados” é o desempenho abaixo da média regional para a maioria das dimensões e, portanto, um número reduzido de forças e/ou potencialidades.

A primeira Unidade Federativa do grupo é o Piauí, que apresenta um sistema heterogêneo, com resultados abaixo da média regional em oito de doze dimensões. Os resultados superiores à média regional, no entanto, se localizam muito próximo ao resultado médio, não podendo ser percebido como força – quando comparado a região – e sim como potencialidades.

No entanto, vale destacar o resultado significativo e positivo nas dimensões “exportações intensivas em tecnologia e conhecimento” e “Ocupações em C&T”, que compõem o pilar de Impactos – no qual o estado apresenta o quarto melhor resultado do pilar, situando-se acima da média regional.

Especificamente no que se refere a absorção de mestres e doutores per capita o Piauí apresenta o melhor resultado da região Nordeste. Outro resultado que se destaca são as Exportações de bens de alta e alta-média tecnologia, na qual a Unidade Federativa apresenta o segundo melhor resultado da região, estando atrás apenas do Ceará. Esses dois indicadores específicos apresentam grande peso no resultado do estado no pilar de Impactos. Destaca-se, também, o indicador Número de novos graduados titulados per capita – segundo melhor resultado da região para o indicador.

Dentre as fraquezas do estado, é importante destacar o baixo desempenho na dimensão Ativos intelectuais, sobretudo quando se trata dos Pedidos de Patentes e Desenho Industrial per capita, no qual o estado apresentou o seu pior desempenho. O mesmo ocorre quando analisados os investimentos direcionados às atividades inovativas, sobretudo nos dispêndios públicos em P&D e em Educação.

A segunda Unidade Federativa que compõe o grupo Líderes Moderados é Alagoas, que apresenta um sistema inovativo deficiente em diversos aspectos. Similarmente ao Piauí, o estado apresenta um bom desempenho no que se refere às exportações intensivas em tecnologia e conhecimento, com destaque para as exportações de serviços baseados em conhecimento, no qual a Unidade Federativa apresentou o melhor resultado da região. É importante destacar que esse indicador impactou positivamente o resultado na dimensão, uma vez que para o indicador de bens de alta e alta-média tecnologia o resultado segue inferior à média regional.

Como potencialidade destaca-se os ativos intelectuais, no qual o estado apresentou um desempenho próximo à média regional, com destaque para os indicadores Patentes depositadas e Desenho Industrial per capita.

Por outro lado, o estado apresenta diversas lacunas e fragilidades em seu sistema inovativo. A principal refere-se aos dispêndios em atividades inovativas, uma vez que os recursos públicos e de instituições de fomento são limitados.

Outra fragilidade latente se localiza no pilar de Condições Estruturais, no qual o estado apresenta resultados envolvendo os Doutores, Mestres e Graduados titulados per capita abaixo da média regional. Isso se constitui como uma lacuna para o estado, uma vez que a mão de obra altamente qualificada é um elemento importante para o desenvolvimento inovativo em todas as dimensões.

O último estado, o Maranhão, obteve a pior colocação do índice proposto. O sistema inovativo do estado pode ser considerado incompleto, não havendo forças expressas. Ademais, o estado apresenta o pior desempenho da região em seis de doze dimensões, a saber: Capital

Humano em C&T, Excelência do Sistema de Pesquisa, Infraestrutura, Ativos intelectuais, Exportações Intensivos em Tecnologia e Conhecimento e Taxa de Estabelecimentos em TICs.

Tal resultado aponta para um sistema inovativo que não conseguiu se desenvolver no mesmo nível em que os demais estados da região, podendo refletir problemas históricos, econômicos e culturais particulares.

O quadro 50 apresenta uma síntese das principais características dos estados supracitados.

**Quadro 50** - Caracterização das Unidades Federativas do grupo “moderados”

Unidade Federativa	Caracterização do SRI	Forças	Fragilidades	Potencialidades
<b>Piauí</b>	Heterogêneo, com índices abaixo da média regional	Exportações intensivas em tecnologia e conhecimento.	Capital Humano em C&T, Excelência do Sistema de pesquisa, Infraestrutura, Dispêndio público em C&T, Dispêndio por parte de instituições de fomento, Redes de cooperação, Ativos intelectuais e Estabelecimentos em TICs.	Dispêndio empresarial em atividades inovativas, Inovadores, Ocupações em C&T.
<b>Alagoas</b>	Incompleto	Exportações intensivas em tecnologia e conhecimento.	Capital Humano em C&T, Excelência do Sistema de pesquisa, Infraestrutura, Dispêndio público em C&T, Dispêndio por parte de instituições de fomento, Redes de cooperação, Ocupações em C&T e Estabelecimentos em TICs.	Dispêndio empresarial em atividades inovativas, Ativos intelectuais e Inovadores.
<b>Maranhão</b>	Incompleto	Nenhuma	Capital Humano em C&T, Excelência do Sistema de pesquisa, Infraestrutura, Dispêndio público em C&T, Dispêndio por parte de instituições de fomento, Redes de cooperação, Ativos intelectuais e Estabelecimentos em TICs.	Dispêndio empresarial em atividades inovativas e inovadores.

Fonte: Elaboração própria (2023)

Percebe-se que, apesar de apresentarem diferenças quanto a uniformidade do sistema e nível de desenvolvimento, as três Unidades Federativas que compõem o grupo Líderes Moderados apresentam sistemas inovativos que não se desenvolveram por completo em todas as dimensões, com desempenho abaixo da média regional.

O quadro 51 descreve, detalhadamente, as principais características dos resultados em cada uma da dimensão, apontando o intervalo dos resultados e as Unidades Federativas com melhor e pior desempenho.

**Quadro 51 - Síntese do desempenho nas dimensões**

<b>Dimensão</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Pior classificada</b>	<b>Melhor classificada</b>
Capital humano em ciência e tecnologia	0,30 - 0,96	Maranhão	Paraíba
Excelência do sistema de pesquisa	0,23 - 1,00	Maranhão	Rio Grande do Norte
Infraestrutura	0,25 - 0,98	Maranhão	Rio Grande do Norte
Dispêndio público estadual em atividades inovativas	0,12 - 0,88	Alagoas	Paraíba
Dispêndio empresarial em atividades inovativas	0,35 - 0,67	Bahia	Ceará
Financiamentos por instituições de fomento	0,05 - 1,00	Alagoas	Bahia
Inovadores	0,64 - 0,88	Pernambuco	Demais Nordeste
Redes de cooperação	0,09 - 1,00	Alagoas	Bahia
Ativos intelectuais	0,16 - 0,75	Maranhão	Ceará
Ocupações em ciência, tecnologia e inovação	0,35 - 0,86	Alagoas	Ceará
Exportações intensivas em tecnologia e em conhecimento	0,00 - 0,59	Maranhão	Alagoas
Taxa de estabelecimentos em atividades relativas às TIC	0,54 - 1,00	Maranhão	Ceará

Fonte: Elaboração própria (2023)

Quando analisado o desempenho nas doze dimensões, percebe-se que há uma recorrência de algumas Unidades Federativas nas piores classificações tanto quanto nas melhores. O Ceará, apesar de não ter obtido o primeiro lugar no índice, apresenta um maior número de destaques, sendo a primeira colocada em quatro dimensões. Rio Grande do Norte, Paraíba e Bahia apresentam dois destaques cada. Por outro lado, o Maranhão e Alagoas apresentam um maior número de piores classificações nas dimensões, reiterando sua colocação no índice como um todo.

Há de se destacar, ainda, o intervalo de resultados para cada dimensão. A maioria dos intervalos se aproximam dos dois extremos (zero e um), com exceção das dimensões Exportações intensivas em tecnologia, para o qual o resultado é menor. No entanto, isso se justifica pela própria característica da inovação brasileira que se concentra no mercado interno.

De modo geral, a partir das decomposições analíticas realizadas, percebe-se que a região Nordeste apresenta resultados díspares para quase todas as dimensões, apontando para uma extensa heterogeneidade do sistema inovativo nordestino.

Após análise das Unidades Federativas a partir de seu desempenho no índice, pilares e dimensões, a OCDE (2008) sugere, ainda, relacionar o índice de CT&I com indicadores consolidados no contexto analisado. Para isso, optou-se por utilizar os indicadores PIB e IDH, devido a sua consolidação e ampla utilização para fins econômicos e sociais no país.

Para relacionar, foi realizado testes de correlações entre os indicadores e o índice, conforme tabela 2.

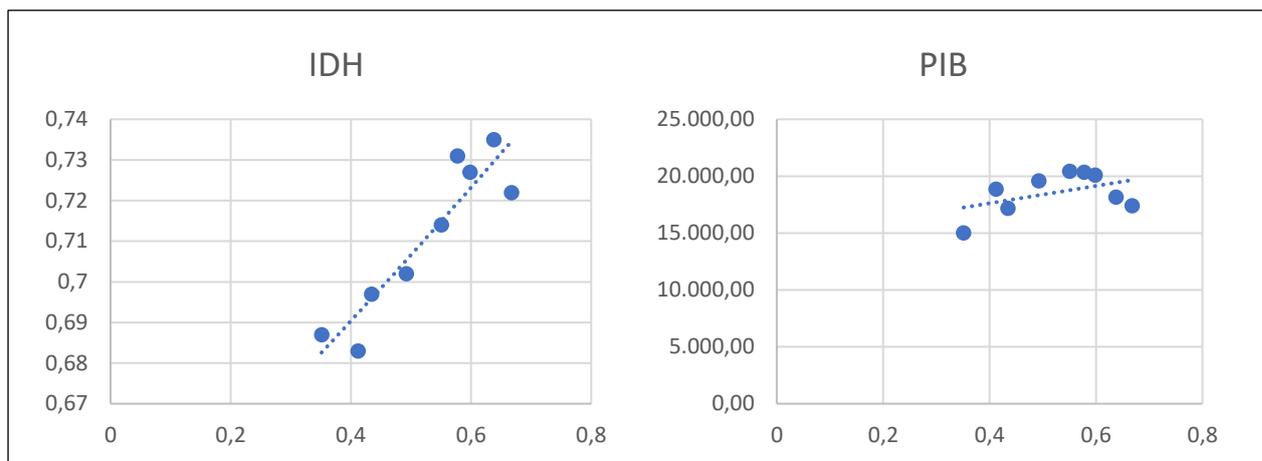
**Tabela 2 - Correlação com IDH e PIB per capita**

Análise de Correlação			
ICTI – IDH		ICTI – PIB	
Cor 0.9210911	p-value = 0.0004204	Cor 0.457527	p-value = 0.2156

Fonte: Elaboração própria (2023)

No que se refere o IDH, obteve-se uma correlação de 0,92, apontando para uma forte correlação entre essas duas variáveis. Isso significa que as Unidades Federativas que obtiveram os melhores resultados no índice de CT&I apresentam, também, bons indicadores de IDH. No caso do segundo indicador, a correlação foi moderada, apresentando um coeficiente de 0,45. No entanto, é importante destacar que o p-valor desta correlação pode ser considerado elevado.

Os Gráficos 11 retratam os diagramas de dispersão para cada uma dessas correlações.

**Gráfico 11 - Relação do índice com o IDH e PIB**

Fonte: Elaboração própria (2023)

Como já evidenciado pelo teste de correlação, as Unidades Federativas que apresentam maiores índices de CT&I apresentam, também, melhores desempenho em IDH. Todavia, isso não ocorre com a mesma intensidade quando relacionado ao PIB, dado que, apesar de apresentar uma tendência crescente, essa relação não é tão forte.

Tal resultado pode ser percebido – e justificado – quando analisado os casos isoladamente. A Unidade Federativa da Paraíba, como já apresentado, obteve o melhor desempenho no índice, no entanto o estado apresenta o terceiro menor PIB per capita do Brasil e do Nordeste.

Assim, pode-se constatar que os resultados da Ciência, Tecnologia e Inovação são mais bem percebidos em termos de Desenvolvimento Humano, uma vez que perpassa diversos aspectos, para além dos econômicos, como educação, alfabetização, bem-estar, dentre outros.

## 5. CONCLUSÃO

Diante dos desafios encontrados no processo de mensuração da Ciência, Tecnologia e Inovação, esta pesquisa buscou propor um Índice sintético para as Unidades Federativas do Nordeste brasileiro, de modo a compilar informações relevantes para a compreensão das fragilidades e lacunas existentes, considerando os elementos característicos da dinâmica institucional e produtiva regional. Diante disso, pode-se afirmar que o objetivo geral da pesquisa foi alcançado.

Para tanto, esta pesquisa se dividiu em três grandes etapas. A primeira etapa, em resposta ao primeiro e segundo objetivo específico, foi dedicada à proposição teórica do conjunto de indicadores para compor o índice, que se deu a partir da realização da Revisão Sistemática da Literatura, e do mapeamento dos dados disponíveis. A segunda etapa foi direcionada a realização de testes estatísticos voltados à avaliação da coerência estatística da estrutura e à transformação dos indicadores e um índice. Na terceira, e última, etapa, as Unidades Federativas foram mensuradas, quanto ao seu desenvolvimento na CT&I, e ranqueadas, permitindo o alcance do último objetivo específico. Ademais, a partir da decomposição analítica do índice, tornou-se possível a identificação das forças e fragilidades, bem como potencialidades, das Unidades Federativas do Nordeste do Brasil.

De acordo com os achados, os estados que apresentaram o melhor desempenho na região foram a Paraíba e Ceará, que obtiveram resultados, tanto no índice como nas dimensões individuais, consideravelmente, acima da média regional. Tais estados apresentam sistemas inovativos mais homogêneos com desempenhos acima da média na maioria das dimensões, demonstrando uma coerência no resultado do índice.

O segundo grupo, Líderes Seguidores, é composto por Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e Sergipe. Esse grupo é marcado por uma assimetria no que se refere o nível de desenvolvimento, diferindo quanto ao nível de uniformidade e distribuição das dimensões. Além disso, os sistemas inovativos apresentam um desempenho próximo à média regional. O estado de Pernambuco se assemelha às Unidades Federativas do grupo Inovadores Líderes, na medida em que o seu sistema inovativo apresenta uma maior homogeneidade e resultados superiores à região em mais da metade das dimensões.

Por outro lado, os estados Rio Grande do Norte e Bahia apresentam uma marcante heterogeneidade em seu sistema inovativo, com, pelo menos, seis dimensões abaixo da média regional. Percebe-se que os resultados são fortemente influenciados por resultados extremos,

como, no caso do Rio Grande do Norte, o pilar de Condições Estruturais que apresenta um resultado próximo ao 1; e, no caso da Bahia, o pilar Atividades Inovativas.

Sergipe – apesar de estar alocado no grupo seguidores –, Piauí, Alagoas e Maranhão, apresentam sistemas inovativos subdesenvolvidos, próximo ou muito abaixo da média regional. Os dois primeiros estados podem ser classificados como heterogêneos, na medida em que há uma assimetria extrema no decorrer das dimensões. Alagoas e Maranhão, no entanto, apresentam sistemas que podem ser considerados incompletos, isto é, não conseguiram apresentar indícios de desenvolvimentos em pelo menos três dimensões.

De modo geral, percebe-se que a região Nordeste, assim como o Brasil, é marcada por dois extremos, isto é, a desigualdade regional – historicamente conhecida – também se expressa numa disparidade do desenvolvimento da CT&I. Os Sistemas de Inovação, por sua vez, apresentam pouca uniformidade entre as dimensões, apontando para um alto nível de heterogeneidade – tanto no nível local dos sistemas inovativos como entre as Unidades Federativas da região.

Isso indica, portanto, a necessidade premente de políticas públicas para estimular o desenvolvimento e redução das desigualdades no que tange a Ciência, Tecnologia e Inovação – sobretudo no que se refere a conversão do capital humano em C&T e infraestrutura em resultados inovativos para as Unidades Federativas da região. Tal demanda pela reformulação de estratégias se torna ainda mais urgente quando se compreende que o desenvolvimento da CT&I é basilar para o desenvolvimento nacional, regional e local – assim como faz esta pesquisa.

É importante pontuar que, de acordo com os achados, a ocorrência da inovação na região nordeste é fortemente dependente de incentivos dos órgãos governamentais e das demais instituições públicas, que se posicionam como elemento fulcral para o desenvolvimento inovativo das Unidades Federativas da região. Sugere-se, nesse sentido, a realização de pesquisas que investiguem, mais profundamente, essa relação entre a atuação dos agentes públicos e os resultados inovativos, tanto na região Nordeste como nas demais regiões, de modo a identificar se essa relação é uma característica restrita de regiões menos desenvolvidas.

Sugere-se, ainda, a realização de pesquisas direcionadas a análise dos resultados das Unidades Federativas, com foco na marcante heterogeneidade presente nesse contexto, de modo identificar e compreender os elementos centrais que justificam tamanha desigualdade no processo de desenvolvimento, à luz das características locais e seus sistemas produtivos, da atuação de instituições e políticas públicas existentes. Tais informações podem ser úteis sobretudo no que se refere a construção e delineamento de políticas e estratégias de CT&I.

Por fim, salienta-se a dificuldade encontrada no processo de proposição e construção do índice de CT&I, devido a escassez de dados e estatísticas oficiais que permitissem uma análise mais aprofundada do fenômeno. Além disso, algumas das fontes utilizadas para a construção dos indicadores não permitiram uma uniformidade no que se refere ao recorte temporal, e, ainda, uma análise individual das Unidades Federativas – como no caso dos indicadores com dados provenientes da PINTEC, exigindo, assim, a utilização de técnicas de imputação de dados faltantes. Assim, reitera-se a necessidade do melhoramento da gestão dos dados no contexto brasileiro, em termos de disponibilidade e qualidade, sobretudo por parte dos órgãos governamentais responsáveis pelo monitoramento estatístico.

Apesar das limitações impostas pelas deficiências do sistema de dados brasileiro, esta pesquisa contribui, primeiramente, para a literatura de Ciência, Tecnologia e Inovação, sobretudo no que se refere aos esforços de mensuração deste fenômeno multifacetado, marcado pela dinamicidade e complexidade. Contribui, também, ao oferecer uma síntese dos instrumentos de mensuração utilizados nas experiências nacionais e internacionais, assim como ao fornecer uma estrutura de indicadores adequados para o contexto subnacional brasileiro, considerando as características dos sistemas brasileiros e a disponibilidade de dados nas diversas instituições de CT&I.

Os resultados apresentados nesta pesquisa poderão ser utilizados pelos órgãos governamentais, nas instâncias federais e estaduais, e pelas instituições que constituem os Sistemas de Inovação, assim como pela Comissão de Desenvolvimento Regional, para a avaliação dos Sistemas Regionais de Inovação e, por conseguinte, para a (re)formulação de estratégias que considerem os diversos níveis do desenvolvimento inovativo e as reais necessidades de cada Unidade Federativa.

Ademais, com esta pesquisa, buscou-se contribuir para a compreensão e discussões do caso brasileiro, reiterando o desafio representado pelo desenvolvimento científico e tecnológico do Nordeste, evidenciando a necessidade do empreendimento de esforços voltados à compreensão e intervenção na região com vistas a superar desafios e estigmas históricos.

## REFERÊNCIAS

- ABIODUN, Egbetokun et al. Innovation systems research: An agenda for developing countries. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 3, n. 4, p. 25, 2017.
- ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta et al. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e tecnologia. **Brazilian Journal Of Political Economy**, v. 16, n. 3, 1996.
- BALCONI, Margherita; BRUSONI, Stefano; ORSENIGO, Luigi. In defence of the linear model: An essay. **Research policy**, v. 39, n. 1, p. 1-13, 2010.
- BENELI, Daniela Scarpa; CARVALHO, Silvia Angélica Domingues de; FURTADO, André Tosi. Indicador composto estadual de inovação (ICEI): uma metodologia para avaliação de sistemas regionais de inovação. **Nova Economia**, v. 32, p. 359-395, 2021.
- BITTENCOURT, P. F.; CÁRIO, S. A. F. Sistemas de inovação: das raízes no século XIX à análise global contemporânea. *In*. RAPINI, M. S. *et al.* **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2.ed. Belo Horizonte: FACE – UFMG, 2021. P. 351 – 383.
- CASSIOLATO, José E.; LASTRES, Helena MM. Políticas de inovação e desenvolvimento. **Inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e**, 2017.
- CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Desigualdades regionais em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil: uma análise de sua evolução recente. **Texto para Discussão, IPEA**. 2011.
- CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Brasileiro**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Nº 22. setembro. 2014.
- CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Boletim Temático do OCTI**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Ano 2. Nº 4. Outubro. 2021<sup>a</sup>.
- CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Panorama da Ciência brasileira: 2015 – 2020**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Ano 1. Junho. 2021b.
- COMEX STAT. Base de dados estatísticos do comércio exterior brasileiro. Acesso em: 25 set. 2021.
- COMISSÃO EUROPEIA. Joint Research Centre. **Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards**. 2021. Disponível em: <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/>. Acesso em: 16 set. 2021.

COOKE, Philip; URANGA, Mikel Gomez; ETXEBARRIA, Goio. Regional innovation systems: Institutional and 140nnovation140nal dimensions. **Research policy**, v. 26, n. 4-5, p. 475-491, 1997.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa-: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Penso Editora, 2021.

DA FONSECA, João José Saraiva. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. João José Saraiva da Fonseca, 2002.

EUROPEAN COMMISSION. Joint Research Centre. **Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards**. 2021. Disponível em: <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/>. Acesso em: 16 set. 2021.

FELIPE, S. F.; VILLASCHI FILHO, A. SCHUMPETER, OS NEOSCHUMPETERIANOS E AS INSTITUIÇÕES: Conceito e atuação numa economia dinâmica e globalizada. *In*. RAPINI, M. S. *et al.* **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2.ed. Belo Horizonte: FACE – UFMG, 2021. P. 84 – 113.

FURTADO, Celso. **Development and underdevelopment**. Univ of California Press, 1964.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Frances Pinter, 1987

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **A economia da inovação industrial**. Editora da UNICAMP, 2008.

FREEMAN, Christopher. Inovação e ciclos longos de desenvolvimento econômico. **Ensaio FEE**, v. 5, n. 1, p. 5-20, 1984.

GARCIA, Renato et al. Sistemas Regionais de Inovação: fundamentos conceituais, aplicações empíricas, agenda de pesquisa e implicações de políticas. **Campinas, Unicamp. IE.(Texto para Discussão, n. 394)**, 2020.

GONÇALVES, Bruno Setton; DE SANTANA, José Ricardo. Uma análise do desempenho dos estados nordestinos na política de ciência, tecnologia e inovação entre 2000 e 2015. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 20, n. 1, p. 166-183, 2020.

HAN, Sungho; YOO, Gwang Min; KWAK, Sunjoo. 'A comparative analysis of regional innovation characteristics using an innovation actor framework. **Science, Technology and Society**, v. 23, n. 1, p. 137-162, 2018.

HLAVÁČEK, Petr; SIVIČEK, Tomáš. Spatial differences in innovation potential of central European regions during posttransformation period. **Journal of international studies**, v. 10, n. 2, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério da Economia. Pesquisa de Inovação 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Economia. Base de dados Sidra. Acesso em: 09 out. 2021.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da Educação Superior. **Base de dados Sinopse Estatística**. Acesso em: 15 out. 2021.

INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Ministério da Economia. Ministério da Economia. **Indicadores de Propriedade Industrial**. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Economia. Base de dados Estatísticas. Acesso em: 15 out. 2021.

KISELAKOVA, Dana et al. Assessing the effect of innovation determinants on macroeconomic development within the EU (28) countries. **Problems and Perspectives in Management**, v. 18, n. 2, p. 277, 2020.

Kitchenham, B. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**, 2007.

KLINE, S., ROSENBER, G. An Overview of Innovation. The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth, Washington, DC, National Academy Press, 275-305. 1986.

KOELLER, Priscila; MIRANDA, Pedro. Ciência, tecnologia e inovação: como mensurar? *In*. RAPINI, M. S. *et al.* **Economia da ciência, tecnologia e inovação**: fundamentos teóricos e a economia global. 2.ed. Belo Horizonte: FACE – UFMG, 2021. P. 561 – 604.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. Sistemas de inovação e desenvolvimento: mitos e realidade da economia do conhecimento global. **Lastres HMM, Cassiolato JE, Arroio A, organizadores. Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Contraponto**, p. 17-50, 2005.

LATTIN, J. M. et al. Análise multivariada de dados. **São Paulo: Cengage Learning**, 2011.

LI, Ziyang; SHI, Hongwei; LIU, Hongda. Research on the concentration, potential and mission of science and technology innovation in China. **PloS one**, v. 16, n. 10, p. e0257636, 2021.

LIST, Friedrich. The National. **System of Political Economy**, 1841.

LUNDVALL, B.-Å. The university in the learning economy. DRUID Texto para Discussão 02-06, 2002

LUNDVALL, Bengt-Ake. National systems of innovation: An analytical framework. **London: Pinter**, 1992.

LUNDVALL, Bengt-Åke. The economics of knowledge and learning. In: **Product Innovation, interactive learning and economic performance**. Emerald Group Publishing Limited, 2004.

MALERBA, Franco (Ed.). **Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe**. Cambridge University Press, 2004.

MALERBA, Franco. Sectoral systems of innovation and production. **Research policy**, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.

MARQUES, Natan; SBRAGIA, Roberto; DE FARIA, Aline Mariane. Gestão da ciência, tecnologia e inovação: as perspectivas do Brasil face ao contexto internacional. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 17, n. 4, p. 43-78, 2017.

MARX, Karl. **O Capital**, Volume I 1ª Edição: 1867. Fonte da Presente Transcrição: Centelha-Promoção do Livro, SARL, Coimbra, 1974.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília, 2020.

MEC – Ministério da Educação. Base de dados Geocapes. Disponível em: <<https://geocapes.capes.gov.br/geocapes>>. Acesso em: 07 nov. 2021.

MOSER, Marisa; DE OLIVEIRA, Mauri Aparecido; BUENO, Ricardo Luiz Pereira. Comparison between Brazil and the 30 Most Innovative Countries in the World. **EMAJ: Emerging Markets Journal**, v. 7, n. 2, p. 19-28, 2017.

NELSON, Richard R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford University Press on Demand, 1993.

OCDE - MANUAL DE OSLO. **Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data**–Oslo Manual. 1992.

OCDE - MANUAL DE OSLO. **Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data**–Oslo Manual. 1997.

OCDE - MANUAL DE OSLO. **Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data**–Oslo Manual. 2005.

OCDE – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide**, 2008.

OCDE - MANUAL DE OSLO. **In Handbook of Innovation Indicators and Measurement**. 2018.

ORTEGA, Ana Maria; SERNA, Maribel. Determinants of innovation performance of organizations in a regional innovation system from a developing country. **International Journal of Innovation Science**, 2020.

RAPINI, M. S. *Et al.* **Economia da ciência, tecnologia e inovação**: fundamentos teóricos e a economia global. 2.ed. Belo Horizonte: FACE – UFMG, 2021. 711 p.

REDMAN, James CA. Uma visão geral da inovação nos Estados do Golfo Árabe: De Origens e Planos de Cinco Anos para Novas Cidades e Índices. **Ciências Sociais Trimestral**, v. 101, n. 7, p. 2485-2506, 2020.

RAIS. Ministério da Economia. Relação Anual de Informações Sociais. Base de dados RAIS. 2021.

REID, David McHardy et al. Indexing innovation within China. **Competitiveness Review: An International Business Journal**, 2019.

REIS FILHO, Pompilio Guimarães et al. Índice Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação: Avaliação dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, n. 17, p. 27-44, 2019.

RICARDO, David et al. **Princípios de economia política**. São Paulo: Ed. Nova Cultural, 1985.

ROCHA, E. M. P.; FERREIRA, M. A. T. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CteI nos estados brasileiros. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 3, p.61-68, 2004.

ROTHWELL, Roy. Towards the fifth-generation innovation process. **International marketing review**, 1994.

RUFFONI, J.; MELO, A. A.; SPRICIGO, G. Universidade: trajetória e papel no progresso tecnológico. *In.* RAPINI, M. S. *et al.* **Economia da ciência, tecnologia e inovação**: fundamentos teóricos e a economia global. 2.ed. Belo Horizonte: FACE – UFMG, 2021. P. 140 – 159.

SAMPIERI, Roberto; COLLADO, R.; LUCIO, Pilar. **Selección de la muestra**. 2017.

SANTOS, E. C. C. Índice estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação como contribuição à melhoria da capacidade de gerência pública. **Nova Economia**, p. 399-421, 2011

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juros e o ciclo econômico. Coleção Os Economistas. São Paulo. Abril Cultural, 1982.

SCHUMPETER, Joseph A. O significado da racionalidade nas ciências sociais. **Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft/Journal of Institutional and Theoretical Economics**, n. H. 4, p. 577-593, 1984.

SILVA, Dayanne Santos; SILVA QUINTINO, Heliana Mary da; SANTANA, José Ricardo de. PROPOSIÇÃO DE INDICADORES SUBNACIONAIS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: UMA APLICAÇÃO AOS ESTADOS BRASILEIROS. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 41, 2019.

SMITH, Adam. A Riqueza Das Nações—Investigação Sobre Sua Natureza E Suas Causas, Vol II, Coleção Os Economistas. 1776.

STAPLES, Mark et al. An exploratory study of why organizations do not adopt CMMI. **Journal of systems and software**, v. 80, n. 6, p. 883-895, 2007.

SZAPIRO, M.; MATOS, M. G. P.; CASSIOLATO, J. E. Sistemas de inovação e desenvolvimento. In. RAPINI, M. S. *et al.* **Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global**. 2.ed. Belo Horizonte: FACE – UFMG, 2021. P. 323 – 249.

UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development. **Science, technology and innovation indicators for policymaking in developing countries: an overview of experiences and lessons learned**. Geneva, 2010.

URIBE-GÓMEZ, Julián-Alberto et al. Analysis of dynamics, structures and agent relationships in Regional Innovation Systems. **Estudios Gerenciales**, v. 35, n. 153, p. 379-387, 2019.

VIOTTI, Eduardo Baumgratz. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora da Unicamp, p. 41-87, 2003.

WEB OF SCIENCE. Base de dados multidisciplinar. Disponível em <<http://www.webofscience.com>>. Acesso em: 02 out. 2022.

WIPO - World Intellectual Property Organization. World Intellectual Property Indicators. 2021.

XIANZHONG, Cao et al. Spatio-temporal evolution and mechanism of regional innovation efficiency: Evidence from Yangtze River Delta Urban Agglomeration of China. **Plos one**, v. 16, n. 7, p. e0253598, 2021.

YI, Su; LIANG, Dezhi; GUO, Wen. Application of multiattribute decision-making for evaluating regional innovation capacity. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2020, 2020.

ZHAN, Meng. Construction and Empirical Analysis of Innovation Index System of Zhengzhou-Luoyang-Xinxiang Self-dependent Innovation Demonstration Area. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, 2017. P. 0501

**APÊNDICE A** – Artigos selecionados na Revisão Sistemática da literatura

**Quadro A1** – Artigos selecionados na Revisão Sistemática da Literatura

TITLE	AUTHORS	YEAR	JOURNAL
ANÁLISE DOS ÍNDICES DE INOVAÇÃO E OS RESULTADOS RECENTES DA BALANÇA COMERCIAL BRASILEIRA	Bezerra e Fernandes	2021	Revista Pensamento Contemporâneo em Administração
APPLICATION OF MULTIATTRIBUTE DECISION-MAKING FOR EVALUATING REGIONAL INNOVATION CAPACITY	Yi, Dezhi e Wen	2020	<i>Mathematical Problems In Engineering</i>
AS MUDANÇAS NOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO PERÍODO DE 1999 A 2010: UMA VISÃO A PARTIR DA TRAJETÓRIA RECENTE DOS INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	Thielmann e La Rovere	2017	Ciência Política
AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DO BRASIL E DA ESPANHA: ESTUDO COMPARATIVO	Silva, Valentim e Gonzalez	2020	Em Questão
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA EUROPA: UMA ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO, COM BASE EM INDICADORES	Vasconcelos	2017	Revista Gestão & Tecnologia
DESAFIOS DA ESTRUTURAÇÃO DE UM SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO	Vieira	2016	Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos
INDEXING INNOVATION WITHIN CHINA	Reid, Chi, Zhao e Alon	2019	<i>Competitiveness Review</i>
INDICADOR COMPOSTO ESTADUAL DE INOVAÇÃO (ICEI): UMA METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE SISTEMAS REGIONAIS DE INOVAÇÃO	Beneli, Carvalho e Furtado	2022	Nova Economia
INNOVATION CAPACITY OF THE REGIONS OF SIBERIAN FEDERAL DISTRICT: STATUS AND DYNAMICS	Vladimirova, Malakhovskaya, Petrova, Khusainov e Rouiga	2017	<i>Journal Of Applied Economic Sciences (Jaes)</i>
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL: DESAFIOS E INSUMOS PARA POLÍTICAS PÚBLICAS	Leal e Figueiredo	2021	Revista de Administração Pública
MODELOS TEÓRICOS E INTERESSES DE MENSURAÇÃO NO SURGIMENTO DA PESQUISA DE INOVAÇÃO BRASILEIRA (PINTEC)	Silva e Furtado	2017	Revista Brasileira de Inovação
PREDICTING INNOVATIVE FIRMS USING WEB MINING AND DEEP LEARNING	Kinne e Lenz	2021	Plos One
RESEARCH ON THE CONCENTRATION, POTENTIAL AND MISSION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY INNOVATION IN CHINA	Ziyang Li, Hongwei Shi e Hongda	2021	Plos One
SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION AND ITS IMPACT ON THE GENERATION OF WEALTH: ANALYSIS OF PER CAPITA GDP IN 13 SPANISH-AMERICAN COUNTRIES	Escobar, Jardn, Bedoya e Gutierrez	2016	<i>Espacios</i>
SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION POLICY INDICATORS AND COMPARISONS OF COUNTRIES THROUGH A HYBRID MODEL OF DATA MINING AND OPERATION RESEARCH METHODS	Gokha, Mehpare e Ceren	2021	<i>Sustainability</i>

SEARCHING THROUGH THE JUNGLE OF INNOVATION CONCEPTUALISATIONS	Russo-Spena, Tregua e Bifulco	2017	<i>Managing Service Quality</i>
SPATIAL DIFFERENCES IN INNOVATION POTENTIAL OF CENTRAL EUROPEAN REGIONS DURING POSTTRANSFORMATION PERIOD	Hlaváček e Siviček	2017	<i>Journal Of International Studies (Kyiv)</i>
SPATIO-TEMPORAL EVOLUTION AND MECHANISM OF REGIONAL INNOVATION EFFICIENCY: EVIDENCE FROM YANGTZE RIVER DELTA URBAN AGGLOMERATION OF CHINA	Xianzhong , Chen, Si, Hu e Zeng	2021	Plos One
THE EFFICIENCY OF R&D EXPENDITURES IN ASEAN COUNTRIES	Dobrzanski e Bobowski	2020	<i>Sustainability (Basel, Switzerland)</i>
THE HISTORY AND EVOLUTION: A BIG DATA ANALYSIS OF THE NATIONAL INNOVATION SYSTEMS IN SOUTH KOREA	Kim, Bae e Byun	2020	<i>Sustainability (Basel, Switzerland)</i>
THE IMPACT OF INNOVATION PERFORMANCE ON THE COMPETITIVENESS OF THE VISEGRAD 4 COUNTRIES	Ivanova e Cepel	2018	<i>Journal Of Competitiveness</i>
UMA ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS ESTADOS NORDESTINOS NA POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO ENTRE 2000 E 2015	Gonçalves e Santana	2020	Gestão e Tecnologia
VERIFYING INNOVATION THROUGH SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL INDICATORS	Cruz, Russo e Paixão	2017	<i>Business Management Dynamics</i>
ÍNDICE MUNICIPAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	Silva Neto e Reis Filhos	2019	Cadernos do Desenvolvimento Fluminense
PROPOSIÇÃO DE INDICADORES SUBNACIONAIS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: UMA APLICAÇÃO AOS ESTADOS BRASILEIROS	Silva, Quintino e Santana	2019	Desenvolvimento Econômico

Fonte: Elaboração própria (2023)

## APÊNDICE B – INDICADORES DO PILAR CONDIÇÕES ESTRUTURAIS

**Tabela B1** – Indicador novos doutores titulados

INDICADOR: NOVOS DOUTORES TITULADOS			Fonte: Geocapes (2020)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de Doutores Titulados	População residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	97	3351543	2,89419E-05	0,237873085
BAHIA	604	14930634	4,04537E-05	0,332488826
CEARÁ	533	9187103	5,80161E-05	0,476833753
MARANHÃO	65	7114598	9,13615E-06	0,075089871
PARAÍBA	456	4039277	0,000112891	0,927853846
PERNAMBUCO	728	9616621	7,57023E-05	0,622196043
PIAUI	98	3281480	2,98646E-05	0,245456581
RIO GRANDE DO NORTE	430	3534165	0,000121669	1
SERGIPE	162	2318822	6,98631E-05	0,574203676

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela B2** – Indicador novos mestres titulados

INDICADOR: NOVOS MESTRES TITULADOS			Fonte: Geocapes (2020)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de Mestres Titulados	População Residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	334	3351543	9,96556E-05	0,308675989
BAHIA	1653	14930634	0,000110712	0,342922342
CEARÁ	1339	9187103	0,000145748	0,451443255
MARANHÃO	461	7114598	6,47964E-05	0,200702017
PARAÍBA	1242	4039277	0,000307481	0,952399451
PERNAMBUCO	1824	9616621	0,000189672	0,587494102
PIAUI	452	3281480	0,000137743	0,426648134
RIO GRANDE DO NORTE	1141	3534165	0,000322849	1
SERGIPE	597	2318822	0,000257458	0,797458509

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela B3** – Indicador novos graduados titulados

INDICADOR: NOVOS GRADUADOS TITULADOS			Fonte: MEC/INEP (2020)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de Graduados Titulados	População Residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	8.457	3375823	0,002505167	0,610305895
BAHIA	40.133	15344447	0,002615474	0,637178753
CEARÁ	29.573	9020460	0,003278436	0,798688811

MARANHÃO	17.686	7000229	0,002526489	0,615500309
PARAÍBA	16.524	4025558	0,004104773	1
PERNAMBUCO	29.737	9473266	0,003139044	0,764730344
PIAUI	11.860	3219257	0,00368408	0,897511335
RIO GRANDE DO NORTE	11.837	3507003	0,003375247	0,822273724
SERGIPE	6.148	2288116	0,002686927	0,654586015

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela B4 – Indicador docentes na pós-graduação**

<b>INDICADOR: DOCENTES NA PÓS-GRADUAÇÃO Fonte: Sucupira (2020)</b>				
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de docentes vinculados a pós-graduação	População residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	943	3351543	0,000281363	0,382602179
BAHIA	4945	14930634	0,000331198	0,450369103
CEARÁ	3343	9187103	0,00036388	0,494809846
MARANHÃO	1289	7114598	0,000181177	0,246367317
PARAÍBA	2536	4039277	0,000627835	0,853741032
PERNAMBUCO	3752	9616621	0,000390158	0,530543345
PIAUI	995	3281480	0,000303217	0,412319487
RIO GRANDE DO NORTE	2599	3534165	0,000735393	1
SERGIPE	1088	2318822	0,000469204	0,63803136

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela B5 – Indicador artigos publicados per capita**

<b>INDICADOR: ARTIGOS PUBLICADOS PER CAPITA</b>				
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Artigos publicados	População residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	1000	3351543	0,00029837	0,410466692
BAHIA	3961	14930634	0,000265293	0,364963397
CEARÁ	3454	9187103	0,000375962	0,517209466
MARANHÃO	1107	7114598	0,000155596	0,214052336

PARAÍBA	2818	4039277	0,00069765	0,959754306
PERNAMBUCO	4199	9616621	0,00043664	0,600684038
PIAUÍ	1284	3281480	0,000391287	0,538292067
RIO GRANDE DO NORTE	2569	3534165	0,000726904	1
SERGIPE	1190	2318822	0,000513192	0,705996043

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela B6 – Indicador penetração de banda larga**

INDICADOR: PENETRAÇÃO DE BANDA LARGA			Fonte: Anatel (2021)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de Acesso a banda larga	População residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	248601	3351543	0,074175089	0,42615135
BAHIA	1685317	14930634	0,112876453	0,648498753
CEARÁ	1396504	9187103	0,152007004	0,873311928
MARANHÃO	444997	7114598	0,062547034	0,359345748
PARAÍBA	560132	4039277	0,138671351	0,796695824
PERNAMBUCO	832697	9616621	0,086589354	0,497473891
PIAUÍ	354775	3281480	0,108114326	0,621139346
RIO GRANDE DO NORTE	615150	3534165	0,174058087	1
SERGIPE	330778	2318822	0,142649155	0,819549139

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela B7 – Indicador instituições de CT&I**

INDICADOR: NÚMERO DE INSTITUIÇÕES DE CT&I			Fonte: Anprotec (2021)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de incubadora, aceleradoras	Total do nordeste	Resultado	Padronização
ALAGOAS	2	74	0,027027027	0,1000
BAHIA	10	74	0,135135135	0,5000
CEARÁ	10	74	0,135135135	0,5000
MARANHÃO	3	74	0,040540541	0,1500
PARAÍBA	6	74	0,081081081	0,3000
PERNAMBUCO	20	74	0,27027027	1,0000
PIAUÍ	2	74	0,027027027	0,1000
RIO GRANDE DO NORTE	19	74	0,256756757	0,9500
SERGIPE	2	74	0,027027027	0,1000

Fonte: Elaboração própria (2023)

## APÊNDICE C – INDICADORES DO PILAR CONDIÇÕES ESTRUTURAIS

**Tabela C1** – Indicador dispêndio público estadual em P&D

INDICADOR: DISPÊNDIO PÚBLICO ESTADUAL EM P&D (2019/2021)				Fonte: MCTIC
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Dispêndio público estatal em P&D	Receita total	Resultado	Padronização
ALAGOAS	6647455,74	9875068768	0,000673155	0,182146084
BAHIA	58614829,92	48898651319	0,0011987	0,324350925
CEARÁ	63422083,42	27881236582	0,002274723	0,615506985
MARANHÃO	26190124,32	16144100091	0,001622272	0,438963319
PARAÍBA	41546517,13	11241884921	0,00369569	1
PERNAMBUCO	97425990,15	37528726465	0,002596038	0,702450157
PIAUI	5189418,51	14035587307	0,000369733	0,100044362
RIO GRANDE DO NORTE	18215000	14313549820	0,00127257	0,344339096
SERGIPE	20739386,63	10742848395	0,00193053	0,522373304

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela C2** – Indicador dispêndio público estadual em ACTC

INDICADOR: DISPÊNDIO ESTADUAL EM ACTC				Fonte: MCTI (2019)
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Dispêndio público em ACTC	Receita total do estado	Resultado	Padronização
ALAGOAS	20232898,45	9875068768	0,002048887	0,153108507
BAHIA	292690182,3	48898651319	0,005985649	0,447293537
CEARÁ	226451881,1	27881236582	0,008122017	0,606939287
MARANHÃO	74353113,85	16144100091	0,00460559	0,344164973
PARAÍBA	150438081,5	11241884921	0,013381927	1
PERNAMBUCO	129488784,2	37528726465	0,003450391	0,257839634
PIAUI	78763796,85	14035587307	0,005611721	0,419350729
RIO GRANDE DO NORTE	47209000	14313549820	0,003298203	0,24646701
SERGIPE	71244010,53	10742848395	0,006631762	0,495575995

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela C3** – Indicador dispêndio público em Educação

INDICADOR: DISPÊNDIO PÚBLICO EM EDUCAÇÃO			Fonte: MCTI (2019)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Despesa na pós-graduação	Receita total do estado	Resultado	Padronização
ALAGOAS	1299220,05	9875068768	0,000131566	0,01591023

BAHIA	404355183,5	48898651319	0,00826925	1
CEARÁ	141188653,7	27881236582	0,005063931	0,612380893
MARANHÃO	39538424,63	16144100091	0,002449094	0,296168855
PARAÍBA	60294151,03	11241884921	0,005363349	0,648589503
PERNAMBUCO	54709080,9	37528726465	0,001457792	0,176290723
PIAUI	13257504,39	14035587307	0,000944564	0,114226023
RIO GRANDE DO NORTE	58202027,05	14313549820	0,004066219	0,491727642
SERGIPE				

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela C4 – Indicador dispêndio empresarial em P&D**

<b>INDICADOR: DISPÊNDIO DAS EMPRESAS INOVADORAS DO SETOR INDUSTRIAL NAS ATIVIDADES INTERNAS DE P&amp;D</b>			<b>Fonte: PINTEC/IBGE (2017)</b>	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	valor (1000)	Receita líquida de vendas	Resultado	Padronização
ALAGOAS	5779,187878	5491668,57	0,001052356	0,203935423
BAHIA	396540,861	95311788,91	0,00416046	0,806253285
CEARÁ	246659,7863	47800069,03	0,005160239	1
MARANHÃO	5779,187878	5491668,57	0,001052356	0,203935423
PARAÍBA	5779,187878	5491668,57	0,001052356	0,203935423
PERNAMBUCO	117668,5199	32651368,42	0,003603785	0,69837563
PIAUI	5779,187878	5491668,57	0,001052356	0,203935423
RIO GRANDE DO NORTE	5779,187878	5491668,57	0,001052356	0,203935423
SERGIPE	5779,187878	5491668,57	0,001052356	0,203935423

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela C5 – Indicador dispêndio empresarial em atividades inovativas que não P&D interna**

<b>INDICADOR: Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&amp;D interna</b>			<b>Fonte: PINTEC/IBGE (2017)</b>	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	valor (1000)	Receita líquida de vendas	Resultado	Padronização
ALAGOAS	71238,72532	5491668,57	0,012972146	0,564816626
BAHIA	524734,2487	95311788,91	0,00550545	0,239711264
CEARÁ	1097824,383	47800069,03	0,022967004	1
MARANHÃO	71238,72532	5491668,57	0,012972146	0,564816626
PARAÍBA	71238,72532	5491668,57	0,012972146	0,564816626
PERNAMBUCO	489306,7184	32651368,42	0,014985795	0,652492378
PIAUI	71238,72532	5491668,57	0,012972146	0,564816626

RIO GRANDE DO NORTE	71238,72532	5491668,57	0,012972146	0,564816626
SERGIPE	71238,72532	5491668,57	0,012972146	0,564816626

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela C6 – Indicador dispêndio empresarial por pessoa empregada**

<b>INDICADOR: Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas por pessoa empregada</b>			<b>Fonte: PINTEC/IBGE (2017)</b>	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Valor (1000)	Pessoa empregada	Resultado	Padronização
ALAGOAS	77017,9132	40829,83333	1,88631466	1
BAHIA	921,2751096	162819	0,005658278	0,002999647
CEARÁ	1344,484169	243310	0,005525807	0,00292942
MARANHÃO	77017,9132	40829,83333	1,88631466	1
PARAÍBA	77017,9132	40829,83333	1,88631466	1
PERNAMBUCO	606,9752383	161455	0,003759408	0,001992991
PIAUÍ	77017,9132	40829,83333	1,88631466	1
RIO GRANDE DO NORTE	77017,9132	40829,83333	1,88631466	1
SERGIPE	77017,9132	40829,83333	1,88631466	1

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela C7 – Indicador dispêndio público estadual em ACTC**

<b>INDICADOR: FINANCIAMENTOS À INOVAÇÃO POR PARTE DE INSTITUIÇÕES DE FOMENTO</b>			<b>Fonte: BNDES (2021)</b>	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Valor das operações contratadas	Total nordeste	Resultado	Padronização
ALAGOAS	574456,84	4887112,56	0,117545244	0,459883984
BAHIA	598574,82	4887112,56	0,122480261	0,47919174
CEARÁ	462393,91	4887112,56	0,09461495	0,370171506
MARANHÃO	0	4887112,56	0	0
PARAÍBA	840068,8	4887112,56	0,171894711	0,672520823
PERNAMBUCO	1249134,26	4887112,56	0,255597604	1
PIAUÍ	312106,09	4887112,56	0,063863086	0,249857922
RIO GRANDE DO NORTE	265300	4887112,56	0,054285633	0,212387098
SERGIPE	585077,84	4887112,56	0,119718511	0,468386673

Fonte: Elaboração própria (2023)

## APÊNDICE D – INDICADORES DO PILAR CONDIÇÕES ESTRUTURAIS

**Tabela D1** - Indicador Taxa de inovação de produto e/ou processo

INDICADOR: TAXA DE INOVAÇÃO DE PRODUTO E/OU DE PROCESSO			Fonte: PINTEC (2017)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.	Número total de empresas pesquisadas pela Pintec	Resultado	Padronização
ALAGOAS	317,9888421	748,0223445	0,425106074	1
BAHIA	1048	3102	0,337846551	0,794734706
CEARÁ	594	3037	0,195587751	0,460091641
MARANHÃO	317,9888421	748,0223445	0,425106074	1
PARAÍBA	317,9888421	748,0223445	0,425106074	1
PERNAMBUCO	729	2027	0,359644795	0,846011895
PIAUI	317,9888421	748,0223445	0,425106074	1
RIO GRANDE DO NORTE	317,9888421	748,0223445	0,425106074	1
SERGIPE	317,9888421	748,0223445	0,425106074	1

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela D2** - Indicador Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing

INDICADOR: TAXA DE INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL E/OU DE MARKETING			Fonte: PINTEC (2017)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Empresas que implementaram pelo menos uma inovação organizacional e/ou de marketing	Número total de empresas pesquisadas pela Pintec	Resultado	Padronização
ALAGOAS	<b>274,7913977</b>	748,0223445	<b>0,367357205</b>	<b>0,766096958</b>
BAHIA	<b>1122,252649</b>	3102	<b>0,361783575</b>	<b>0,754473555</b>
CEARÁ	<b>1456,295863</b>	3037	<b>0,4795179</b>	<b>1</b>
MARANHÃO	<b>274,7913977</b>	748,0223445	<b>0,367357205</b>	<b>0,766096958</b>
PARAÍBA	<b>274,7913977</b>	748,0223445	<b>0,367357205</b>	<b>0,766096958</b>
PERNAMBUCO	<b>421,2695425</b>	2027	<b>0,207829079</b>	<b>0,433412556</b>
PIAUI	<b>274,7913977</b>	748,0223445	<b>0,367357205</b>	<b>0,766096958</b>
RIO GRANDE DO NORTE	<b>274,7913977</b>	748,0223445	<b>0,367357205</b>	<b>0,766096958</b>
SERGIPE	<b>274,7913977</b>	748,0223445	<b>0,367357205</b>	<b>0,766096958</b>

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela D3** - Indicador Taxa de cooperação

INDICADOR: TAXA DE COOPERAÇÃO	Fonte: PINTEC (2017)
-------------------------------	----------------------

UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número das empresas inovadoras que cooperaram com outras organizações	Número total de empresas inovadoras (unidades)	Resultado	Padronização
ALAGOAS	8,731967363	317,9888421	0,02745998	0,159878108
BAHIA	180	1048	0,171755725	1
CEARÁ	85	594	0,143097643	0,833146278
MARANHÃO	8,731967363	317,9888421	0,02745998	0,159878108
PARAÍBA	8,731967363	317,9888421	0,02745998	0,159878108
PERNAMBUCO	123	729	0,16872428	0,982350251
PIAUI	8,731967363	317,9888421	0,02745998	0,159878108
RIO GRANDE DO NORTE	8,731967363	317,9888421	0,02745998	0,159878108
SERGIPE	8,731967363	317,9888421	0,02745998	0,159878108

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela D4** - Indicador desembolsos com bolsas condicionadas a algum vínculo com empresas

INDICADOR: DESEMBOLSO COM BOLSAS PARA PESQUISADORES CONDICIONADAS A ALGUM VÍNCULO COM EMPRESAS					Fonte: CNPQ (2020)
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Valor de desembolsos com bolsas para pesquisadores concedidas pelo CNPq e condicionadas a algum vínculo com empresas	Valor total Nordeste	Resultado	Padronização	
ALAGOAS	25700	5056957,04	0,005082108	0,014889056	
BAHIA	1726100	5056957,04	0,341331751	1	
CEARÁ	245220	5056957,04	0,048491612	0,142065929	
MARANHÃO	433500	5056957,04	0,085723489	0,251144198	
PARAÍBA	356500	5056957,04	0,070496941	0,206534963	
PERNAMBUCO	1601744	5056957,04	0,316740678	0,927955507	
PIAUI	160864	5056957,04	0,031810434	0,093195064	
RIO GRANDE DO NORTE	309454	5056957,04	0,061193717	0,1792793	
SERGIPE	197875,04	5056957,04	0,039129271	0,114637066	

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela D5** – Indicador patente depositada per capita

INDICADOR: PATENTE DEPOSITADA PER CAPITA			Fonte: INPI (2019)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Pedido de Patentes do Tipo PI, MU e CA por Estado	População residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	77	3351543	2,29745E-05	0,408812069
BAHIA	186	14930634	1,24576E-05	0,221672834

CEARÁ	185	9187103	2,01369E-05	0,358319895
MARANHÃO	67	7114598	9,41726E-06	0,167572294
PARAÍBA	227	4039277	5,61982E-05	1
PERNAMBUCO	216	9616621	2,24611E-05	0,399676883
PIAUI	23	3281480	7,00903E-06	0,124719929
RIO GRANDE DO NORTE	51	3534165	1,44306E-05	0,256779964
SERGIPE	55	2318822	2,37189E-05	0,422058894

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela D6 – Indicador marca depositada per capita**

INDICADOR: MARCA DEPOSITADA PER CAPITA		Fonte: INPI (2019)		
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Marca depositada	População residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	1209	3351543	0,000360729	0,646477385
BAHIA	6617	14930634	0,000443183	0,794245416
CEARÁ	4496	9187103	0,000489382	0,877040299
MARANHÃO	1024	7114598	0,000143929	0,25794162
PARAÍBA	1916	4039277	0,000474342	0,850087637
PERNAMBUCO	5366	9616621	0,000557992	1
PIAUI	847	3281480	0,000258115	0,46257854
RIO GRANDE DO NORTE	1727	3534165	0,000488659	0,875744358
SERGIPE	809	2318822	0,000348884	0,625248908

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela D7 – Indicador desenho industrial per capita**

INDICADOR: DESENHO INDUSTRIAL DEPOSITADO PER CAPITA		FONTE: INPI (2019)		
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Desenho industrial depositado	População residente	Resultado	Padronização
ALAGOAS	29	3351543	8,65273E-06	0,351741287
BAHIA	74	14930634	4,95625E-06	0,201476138
CEARÁ	226	9187103	2,45997E-05	1
MARANHÃO	7	7114598	9,83893E-07	0,039996116
PARAÍBA	20	4039277	4,95138E-06	0,201278091
PERNAMBUCO	28	9616621	2,91163E-06	0,118360196
PIAUI	2	3281480	6,09481E-07	0,024775954
RIO GRANDE DO NORTE	5	3534165	1,41476E-06	0,057511319
SERGIPE	6	2318822	2,58752E-06	0,105185042

Fonte: Elaboração própria (2023)

## APENDICE E – INDICADORES DO PILAR IMPACTOS

**Tabela E1** – Indicador Ocupações em ciência tecnologia e inovação

INDICADOR: OCUPAÇÕES EM CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO COMO PROPORÇÃO DAS OCUPAÇÕES				Fonte: RAIS (2020)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de empregados em C&T	ocupações totais	Resultado	Padronização	
ALAGOAS	37168	481543	0,077185215	0,589741858	
BAHIA	219379	2176188	0,100808846	0,770240723	
CEARÁ	144810	1441497	0,100458065	0,767560551	
MARANHÃO	65647	744033	0,088231302	0,674140659	
PARAÍBA	65192	629136	0,103621475	0,791730915	
PERNAMBUCO	199628	1525279	0,130879662	1	
PIAUI	42292	436375	0,096916643	0,740501934	
RIO GRANDE DO NORTE	64180	568224	0,112948415	0,862994395	
SERGIPE	34801	366054	0,095070673	0,726397602	

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela E2** – Indicador Absorção de mestres e doutores na indústria

INDICADOR: ABSORÇÃO MESTRES E DOUTORES NA INDÚSTRIA E EM SERVIÇOS DE MAIOR INTENSIDADE DE CONHECIMENTO EM RELAÇÃO AO TOTAL DE OCUPAÇÕES			Fonte: RAIS (2020)		
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Mestres e doutores na indústria e em atividades de TIC e de PD&I	Ocupações totais na indústria da transformação	Resultado	Padronização	
ALAGOAS	251	107526	0,002334319	0,324554396	
BAHIA	1086	440135	0,002467425	0,34306087	
CEARÁ	2300	388915	0,005913889	0,822243421	
MARANHÃO	263	104574	0,002514965	0,34967074	
PARAÍBA	506	114153	0,004432647	0,616297566	
PERNAMBUCO	1859	367934	0,005052537	0,702484478	
PIAUI	500	69518	0,007192382	1	
RIO GRANDE DO NORTE	270	98808	0,002732572	0,379925917	
SERGIPE	308	81758	0,003767215	0,523778566	

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela E3** – Indicador Especialistas em TICs

INDICADOR: ESPECIALISTAS EM TICS			Fonte: RAIS (2020)	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Número de empregados em	ocupações totais	Resultado	Padronização

	atividades relativas a TIC			
ALAGOAS	1280	481543	0,002658122	0,125538129
BAHIA	10250	2176188	0,004710071	0,222447848
CEARÁ	30522	1441497	0,021173821	1
MARANHÃO	5214	744033	0,007007754	0,330963106
PARAÍBA	3523	629136	0,005599743	0,2644654
PERNAMBUCO	9783	1525279	0,006413909	0,30291691
PIAUÍ	928	436375	0,002126611	0,100435875
RIO GRANDE DO NORTE	1908	568224	0,003357831	0,158584067
SERGIPE	1356	366054	0,003704371	0,17495054

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela E4** – Indicador Exportação de bem intensivo em tecnologia

<b>INDICADOR: EXPORTAÇÃO DE BEM INTENSIVO EM TECNOLOGIA COMO PROPORÇÃO DAS EXPORTAÇÕES</b>				
<b>FONTE: COMEX STAT (2021)</b>				
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Valor das exportações de bens com intensidade tecnológica alta e média-alta - FOB (US\$)	Valor total das Exportações de bens	Resultado	Padronização
ALAGOAS	19493051	441711807	0,044130699	0,175879452
BAHIA	1540779746	6140657187	0,25091447	1
CEARÁ	220030658	2506590320	0,087780862	0,349843759
MARANHÃO	478984	2252343674	0,00021266	0,000847541
PARAÍBA	18577585	123765456	0,150103152	0,598224372
PERNAMBUCO	81454926	1828818984	0,044539633	0,177509223
PIAUÍ	15857628	82864299	0,191368638	0,76268474
RIO GRANDE DO NORTE	883090	296435543	0,002979029	0,011872686
SERGIPE	9882402	58533757	0,168832525	0,672868826

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela E5** – Indicador Exportação de serviço intensivo em conhecimento

<b>INDICADOR: EXPORTAÇÃO DE SERVIÇO INTENSIVO EM CONHECIMENTO COMO PROPORÇÃO DAS EXPORTAÇÕES</b>			<b>Fonte: COMEX STAT (2021)</b>	
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	Valor das exportação de serviço intensivo em conhecimento - FOB (US\$)	Valor total das Exportações de serviços	Resultado	Padronização
ALAGOAS	5131	2378752	0,002157013	1
BAHIA	134453	3718096144	3,61618E-05	0,016764748
CEARÁ	25846	227423448	0,000113647	0,052687216

MARANHÃO	35388	2120952851	1,6685E-05	0,007735211
PARAÍBA	4756	22071732	0,000215479	0,099897032
PERNAMBUCO	15313	266978037	5,73568E-05	0,02659083
PIAUÍ	0	774834669	0	0
RIO GRANDE DO NORTE	1818	207251661	8,77194E-06	0,004066708
SERGIPE	5727	33720321	0,000169838	0,078737684

**Fonte: Elaboração própria (2023)**

**Tabela E6 – Indicador Taxa de estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis**

<b>INDICADOR: TAXA DE ESTABELECEMENTOS NAS ATIVIDADES DE DESENVOLVIMENTO E LICENCIAMENTO DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR, CUSTOMIZÁVEIS E NÃO CUSTOMIZÁVEIS</b> Fonte: RAIS (2020)				
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	micros estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis	Total de estabelecimentos	Resultado	Padronização
ALAGOAS	19	32853	0,000578	0,357811
BAHIA	155	185210	0,000837	0,517776
CEARÁ	156	96516	0,001616	1
MARANHÃO	30	47868	0,000627	0,387749
PARAÍBA	57	47303	0,001205	0,745523
PERNAMBUCO	157	108952	0,001441	0,891537
PIAUÍ	26	35420	0,000734	0,45415
RIO GRANDE DO NORTE	49	47481	0,001032	0,638485
SERGIPE	14	28614	0,000489	0,302708

Fonte: Elaboração própria (2023)

**Tabela E7 – Indicador Taxa de micro estabelecimento em TICs**

<b>INDICADOR: TAXA MICROS ESTABELECEMENTOS NAS ATIVIDADES DE SERVIÇOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO</b> Fonte: RAIS (2020)				
UNIDADE DA FEDERAÇÃO	micros estabelecimentos nas atividades de serviços de tecnologia da informação e de prestação de serviços de informação	Total de estabelecimentos	Resultado	Padronização
ALAGOAS	106	32853	0,003226	0,967106
BAHIA	423	185210	0,002284	0,684572

CEARÁ	322	96516	0,003336	1
MARANHÃO	109	47868	0,002277	0,682535
PARAÍBA	145	47303	0,003065	0,918804
PERNAMBUCO	355	108952	0,003258	0,976645
PIAUI	81	35420	0,002287	0,685457
RIO GRANDE DO NORTE	149	47481	0,003138	0,940611
SERGIPE	85	28614	0,002971	0,890397

Fonte: Elaboração própria (2023)

Quadro F1 – Códigos da CBO para as ocupações em C&amp;T

Categoria	Código na CBO	Titulos na CBO
Ocupações Tecnológicas	1236	DIRETORES DE SERVICOS DE INFORMATICA
	1237	DIRETORES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
	1411	GERENTES DE PRODUCAO E OPERACOES EM EMPRESA AGROPECUARIA, PESQUEIRA, AQUICOLAS E FLORESTAL
	1412	GERENTES DE PRODUCAO E OPERACOES EM EMPRESA DA INDUSTRIA EXTRATIVA, DE TRANSFORMACAO E DE SERVICOS DE UTILIDADE PUBLICA
	1425	GERENTES DE TECNOLOGIA DA INFORMACAO
	1426	GERENTES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
	2011	PROFISSIONAIS DA BIOTECNOLOGIA
	2012	PROFISSIONAIS DA METROLOGIA
	2021	ENGENHEIROS MECATRONICOS
	2030	PESQUISADORES DAS CIENCIAS BIOLOGICAS
	2031	PESQUISADORES DAS CIENCIAS NATURAIS E EXATAS
	2032	PESQUISADORES DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
	2033	PESQUISADORES DAS CIENCIAS MEDICAS
	2034	PESQUISADORES DAS CIENCIAS DA AGRICULTURA
	2035	PESQUISADORES DAS CIENCIAS SOCIAIS E HUMANAS
	2111	PROFISSIONAIS DA MATEMATICA
	2112	PROFISSIONAIS DE ESTATISTICA
	2122	ENGENHEIROS EM COMPUTACAO
	2123	ESPECIALISTAS EM INFORMATICA
	2124	ANALISTAS DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS
	2131	FISICOS
	2132	QUIMICOS
	2133	PROFISSIONAIS DO ESPACO E DA ATMOSFERA
	2134	GEOLOGOS E GEOFISICOS
	2141	ARQUITETOS
	2142	ENGENHEIROS CIVIS E AFINS
	2143	ENGENHEIROS ELETROELETRONICOS E AFINS
	2144	ENGENHEIROS MECANICOS
	2145	ENGENHEIROS QUIMICOS
	2146	ENGENHEIROS METALURGISTAS E DE MATERIAIS
	2147	ENGENHEIROS DE MINAS
	2148	ENGENHEIROS AGRIMENSORES E ENGENHEIROS CARTOGRAFOS
	2149	ENGENHEIROS INDUSTRIAIS, DE PRODUCAO E SEGURANCA
	2211	BIOLOGOS E AFINS
	2221	ENGENHEIROS AGROSSILVIPECUARIOS
	2232	CIRURGIOES-DENTISTAS
	2233	VETERINARIOS E ZOOTECNISTAS
	2234	FARMACEUTICOS
	2235	ENFERMEIROS DE NIVEL SUPERIOR E AFINS
	2236	PROFISSIONAIS DA HABILITACAO E REABILITACAO (COVALIDACAO 2236)
	2237	NUTRICIONISTAS
	2238	FONOAUDIOLOGOS
	2241	TECNICOS ESPORTIVOS
	2251	MEDICOS CLINICOS
	2252	MEDICOS EM ESPECIALIDADES CIRURGICAS
	2253	MEDICOS EM MEDICINA DIAGNOSTICA E TERAPEUTICA
	2341	PROFESSORES DE MATEMATICA, ESTATISTICA E INFORMATICA DO ENSINO SUPERIOR
	2342	PROFESSORES DE CIENCIAS FISICAS, QUIMICAS E AFINS DO ENSINO SUPERIOR
	2343	PROFESSORES DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E GEOLOGIA DO ENSINO SUPERIOR
	2344	PROFESSORES DE CIENCIAS BIOLOGICAS E MEDICAS DO ENSINO SUPERIOR
	2347	PROFESSORES DE CIENCIAS HUMANAS DO ENSINO SUPERIOR
	2348	PROFESSORES DE CIENCIAS ECONOMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTABEIS DO ENSINO SUPERIOR
	2349	PROFESSORES DE MUSICA, ARTES E DRAMA DO ENSINO SUPERIOR
	2410	ADVOGADOS
	2511	PROFISSIONAIS EM PESQUISA E ANALISE ANTROPOLOGICA SOCIOLOGICA
	2512	PROFISSIONAIS EM PESQUISA E ANALISE ECONOMICAS
	2513	PROFISSIONAIS EM PESQUISA E ANALISE HISTORICAS E GEOGRAFICAS
2612	PROFISSIONAIS DA INFORMACAO	
2624	DESENHISTAS INDUSTRIAIS (DESIGNERS), ESCULTORES, PINTORES E AFINS	
3185	DESENHISTAS PROJETISTAS DE CONSTRUCAO CIVIL E ARQUITETURA	
3186	DESENHISTAS PROJETISTAS DA MECANICA	
3187	DESENHISTAS PROJETISTAS DA ELETRONICA	
3188	DESENHISTAS PROJETISTAS E MODELISTAS DE PRODUTOS E SERVICOS DIVERSOS	

Ocupações Técnicas	2321	PROFESSORES DO ENSINO MEDIO
	2331	PROFESSORES DO ENSINO PROFISSIONAL
	2332	INSTRUTORES DE ENSINO PROFISSIONAL
	3001	TECNICOS EM MECATRONICA
	3003	TECNICOS EM ELETROMECHANICA
	3011	TECNICOS DE LABORATORIO INDUSTRIAL
	3012	TECNICOS DE APOIO A BIOENGENHARIA
	3111	TECNICOS QUIMICOS
	3112	TECNICOS PETROQUIMICOS
	3116	TECNICOS TEXTEIS
	3121	TECNICOS EM CONSTRUCAO CIVIL (EDIFICACOES)
	3122	TECNICOS EM CONSTRUCAO CIVIL (OBRAS DE INFRAESTRUTURA)
	3123	TECNICOS EM TOPOGRAFIA, AGRIMENSURA E HIDROGRAFIA
	3131	TECNICOS EM ELETRICIDADE E ELETROTECNICOS (COVALIDACAO 3131)
	3132	TECNICOS EM ELETRONICA
	3133	TECNICOS EM TELECOMUNICACOES E TELEFONIA
	3134	TECNICOS EM CALIBRACAO E INSTRUMENTACAO
	3135	TECNICOS EM FOTONICA
		TECNICOS MECANICOS NA FABRICACAO E MONTAGEM DE MAQUINAS, SISTEMAS E
	3141	INSTRUMENTOS
	3142	TECNICOS MECANICOS (FERRAMENTAS)
	3143	TECNICOS EM MECANICA VEICULAR
		TECNICOS MECANICOS NA MANUTENCAO DE MAQUINAS, SISTEMAS E INSTRUMENTOS
	3144	TECNICOS MECANICOS NA MANUTENCAO DE MAQUINAS, SISTEMAS E INSTRUMENTOS
	3146	TECNICOS EM METALURGIA (ESTRUTURAS METALICAS)
	3147	TECNICOS EM SIDERURGIA
	3161	TECNICOS EM GEOLOGIA, GEOTECNOLOGIA E GEOFISICA
	3163	TECNICOS EM MINERACAO
	3171	TECNICOS EM PROGRAMACAO
	3172	TECNICOS EM OPERACAO E MONITORACAO DE COMPUTADORES
	3180	DESENHISTAS TECNICOS, EM GERAL
	3181	DESENHISTAS TECNICOS DA CONSTRUCAO CIVIL E ARQUITETURA
	3182	DESENHISTAS TECNICOS DA MECANICA
		DESENHISTAS TECNICOS EM ELETRICIDADE, ELETRONICA, ELETROMECHANICA,
	3183	CALEFACAO, VENTILACAO E REFRIGERACAO
	3184	DESENHISTAS TECNICOS DE PRODUTOS E SERVICOS DIVERSOS
	3192	TECNICOS DO MOBILIARIO E AFINS
	3201	TECNICOS EM BIOLOGIA
	3211	TECNICOS AGRICOLAS
	3212	TECNICOS FLORESTAIS
	3213	TECNICOS EM AQUICULTURA
	3223	ORTOPTISTAS E OTICOS
	3224	TECNICOS DE ODONTOLOGIA
	3225	TECNICOS EM PROTESES ORTOPEDICAS
	3226	TRABALHADORES DE IMOBILIZACOES ORTOPEDICAS
	3231	TECNICOS ZOOTECNISTAS
	3241	TECNICOS EM EQUIPAMENTOS MEDICOS E ODONTOLOGICOS
	3251	TECNICOS EM MANIPULACOES FARMACEUTICAS
	3252	TECNICOS EM PRODUCAO, CONSERVACAO E DE QUALIDADE DE ALIMENTOS
	3253	TECNICOS DE APOIO A BIOTECNOLOGIA
	3322	PROFESSORES PRATICOS NO ENSINO PROFISSIONALIZANTE
	3511	TECNICOS EM CONTABILIDADE
	3513	TECNICOS EM ADMINISTRACAO
	3911	TECNICOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUCAO
3912	TECNICOS DE CONTROLE DA PRODUCAO	
3951	TECNICOS DE APOIO EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	
7254	MONTADORES DE MOTORES E TURBINAS	
	MECANICOS DE MANUTENCAO DE BOMBAS, MOTORES, COMPRESSORES E	
9111	EQUIPAMENTOS DE TRANSMISSAO	
	MECANICOS DE MANUTENCAO E INSTALACAO DE APARELHOS DE CLIMATIZACAO E	
9112	REFRIGERACAO	
9113	MECANICOS DE MANUTENCAO DE MAQUINAS INDUSTRIAIS	
	MECANICOS DE MANUTENCAO DE MAQUINAS PESADAS E EQUIPAMENTOS AGRICOLAS	
9131	MECANICOS DE MANUTENCAO DE MAQUINAS PESADAS E EQUIPAMENTOS AGRICOLAS	
9141	MECANICOS DE MANUTENCAO AERONAUTICA	
9142	MECANICOS DE MANUTENCAO NAVAL (EM TERRA)	
9143	MECANICOS DE MANUTENCAO METROFERROVIARIA	
9144	MECANICOS DE MANUTENCAO DE VEICULOS AUTOMOTORES	

Operacionais	4121	OPERADORES DE MAQUINAS DE ESCRITORIO
	7156	TRABALHADORES DE INSTALACOES ELETRICAS
	7211	FERRAMENTEIROS E AFINS
	7213	AFIADORES E POLIDORES DE METAIS
	7214	OPERADORES DE MAQUINAS E CENTROS DE USINAGEM CNC
	7221	TRABALHADORES DE FORJAMENTO DE METAIS
	7245	OPERADORES DE MAQUINAS DE CONFORMACAO DE METAIS
	7250	AJUSTADORES MECANICOS POLIVALENTES
	7251	MONTADORES DE MAQUINAS, APARELHOS E ACESSORIOS EM LINHAS DE MONTAGEM
	7252	MONTADORES DE MAQUINAS INDUSTRIAIS
	7253	MONTADORES DE MAQUINAS PESADAS E EQUIPAMENTOS AGRICOLAS
	7255	MONTADORES DE VEICULOS AUTOMOTORES (LINHA DE MONTAGEM)
	7256	MONTADORES DE SISTEMAS E ESTRUTURAS DE AERONAVES
	7257	MONTADORES DE INSTALACOES DE VENTILACAO E REFRIGERACAO
	7311	MONTADORES DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETRONICOS
	7312	MONTADORES DE APARELHOS DE TELECOMUNICACOES
	7313	INSTALADORES-REPARADORES DE LINHAS E EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICACOES
	7321	INSTALADORES E REPARADORES DE LINHAS E CABOS ELETRICOS, TELEFONICOS E DE COMUNICACAO DE DADOS
	7411	MECANICOS DE INSTRUMENTOS DE PRECISAO (EXCETO TECNICOS)
	7734	OPERADORES DE MAQUINAS DE MADEIRAS (PRODUCAO EM SERIE)
	7735	OPERADORES DE MAQUINAS DE USINAGEM DE MADEIRA CNC
	8214	OPERADORES DE EQUIPAMENTOS DE ACABAMENTO DE CHAPAS E METAIS
	9192	TRABALHADORES DE MANUTENCAO DE ROCAS, MOTOSERRAS E SIMILARES
	9193	MECANICOS DE MANUTENCAO DE BICICLETAS E EQUIPAMENTOS ESPORTIVOS E DE GINASTICA
	9511	ELETRICISTAS-ELETRONICOS DE MANUTENCAO
	9513	INSTALADORES E MANTENEDORES DE SISTEMAS ELETROELETRONICOS DE SEGURANCA
	9531	ELETRICISTAS-ELETRONICOS DE MANUTENCAO VEICULAR (AEREA, TERRESTRE E NAVAL)
	9541	MANTENEDORES DE ELVADORES, ESCADAS E PORTAS AUTOMATICAS
	9542	REPARADORES DE APARELHOS ELETRODOMESTICOS

Fonte: BENELI (2019)

## APÊNDICE G – TESTE DE NORMALIDADE

**Tabela G1** – Resultados para o teste de normalidade

Indicadores	W	P-value
ICTI_1_NDT	0.94182	0.6012
ICTI_1_NMT	0.91135	0.3254
ICTI_1_NGT	0.91135	0.3254
ICTI_1_DPG	0.92579	0.4423
ICTI_1_AP	0.94692	0.6563
ICTI_1_PBL	0.96282	0.8274
ICTI_1_ICTI	0.82305	0.0373
ICTI_2_DPPD	0.96948	0.8902
ICTI_2_DPACTC	0.89136	0.206
ICTI_2_DPE	0.92643	0.4481
ICTI_2_DEPD	0.68872	0.001048
ICTI_2_DENPD	0.75921	0.006932
ICTI_2_DEPE	0.61752	0.0001536
ICTI_2_DIF	0.75401	0.006034
ICTI_3_TIPP	0.6435	0.0003097
ICTI_3_TIOM	0.693	0.001176
ICTI_3_TC	0.65114	0.0003806
ICTI_3_BE	0.71822	0.002315
ICTI_3_PD	0.78148	0.01253
ICTI_3_MD	0.9253	0.4379
ICTI_3_DD	0.68185	0.0008708
ICTI_4_OCTI	0.95287	0.7215
ICTI_4_AMD	0.89335	0.2159
ICTI_4_ETIC	0.66385	0.0005363
ICTI_4_EBIT	0.92725	0.4556
ICTI_4_ESIC	0.48564	4.333e-06
ICTI_4_TDL	0.92805	0.463
ICTI_4_TAS	0.7896	0.01553

Fonte: Elaboração própria (2023)

## APÊNDICE H – TESTE DE CORREALAÇÃO

**Tabela H1** – Matriz de correlações das dimensões do índice

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
D1	1.00											
D2	0.98	1.00										
D3	0.70	0.69	1.00									
D4	0.47	0.37	0.33	1.00								
D5	0.17	0.18	-0.13	-0.10	1.00							
D6	0.03	-0.02	0.44	0.31	-0.89	1.00						
D7	0.06	0.16	-0.44	-0.20	0.44	-0.73	1.00					
D8	-0.14	-0.21	0.37	0.29	-0.80	0.95	-0.86	1.00				
D9	0.47	0.40	0.43	0.63	0.15	0.18	-0.42	0.22	1.00			
D10	0.18	0.06	0.37	0.37	0.26	0.13	-0.61	0.29	0.51	1.00		
D11	-0.24	-0.20	-0.47	-0.06	-0.22	0.05	0.19	-0.02	0.13	-0.31	1.00	
D12	0.50	0.42	0.67	0.45	0.17	0.25	-0.64	0.32	0.84	0.71	-0.32	1.00

Fonte: Elaboração própria (2023)