



UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA

2023

Resumo executivo

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
debora.abrantes9@outlook.com

GESINALDO ATAÍDE CÂNDIDO
gacandido01@gmail.com

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ADMINISTRAÇÃO - PPGA
Centro de Ciências Sociais Aplicadas - CCSA

SUMÁRIO

- 01** Introdução
- 02** Objetivos
- 03** Metodologia
- 04** Resultados
- 05** Conclusão
- 06** Referências
- 07** Apêndice

INTRODUÇÃO

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 e tecnológico. No entanto, o Brasil, assim como a maioria dos países em desenvolvimento, apresenta deficiências em suas formas disponibilidade, acesso e utilização de dados relacionados a CT&I, dificultando o processo de formulação e implementação de políticas públicas capazes de atender demandas da sociedade. Isso se torna ainda mais evidente em um recorte subnacional, uma vez que o Brasil possui uma grande extensão territorial com grandes diferenças entre as regiões e estados – devido a aspectos históricos, os estados e regiões se desenvolveram de maneira heterogênea. Dessa forma, faz-se necessário desenvolver indicadores de CT&I que considerem as diferenças e peculiaridades regionais inerentes ao contexto brasileiro.

Diante disso deste contexto a pesquisa teve os seguintes objetivos:

OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como 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

OBJETIVOS ESPECÍFICOS



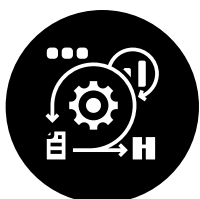
N° 01

Mapear os dados disponíveis nas bases de dados que compilam informações da área de CT&I no contexto dos estados do Nordeste brasileiro;



N° 02

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;



N° 03

Aplicar a metodologia de construção de indicadores compostos proposta pela OCDE (2008) para a construção do índice;



N° 04

Classificar os estados do Nordeste de acordo com o seu desempenho, avaliando as distintas dimensões do processo inovativo;

METODOLOGIA

Para o alcance dos objetivos supracitados, foi necessária a realização de alguns procedimentos de pesquisa, conforme quadro a seguir:

Quadro 1 - Etapas da pesquisa

Etapas	Objetivo correspondente	Procedimentos
Etapa 1	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
Etapa 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;	Revisão sistemática da literatura
Etapa 3	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
Etapa 4	Classificar os estados do Nordeste de acordo com o seu desempenho, avaliando as distintas dimensões do processo inovativo	Inferência e apresentação dos resultados.

ÍNDICE DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A partir da compreensão de que a inovação é um fenômeno sistêmico, compreende-se que este fenômeno 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.

Para a proposição dos indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação, foi realizada, primeiramente, uma Revisão Sistemática da Literatura para identificar os indicadores utilizados nas experiências nacionais e internacionais na construção de indicadores de CT&I. Posteriormente, foi realizado um mapeamento dos dados disponíveis no contexto estudado, considerando os critérios de comparabilidade, utilidade e disponibilidade, propostos pela UNCTAD (2010). A partir de tais procedimentos, foi proposto um conjunto de indicadores divididos em doze dimensões e quatro pilares, conforme figura:

Figura 1 - Conjunto de pilares e dimensões do índice de CT&I



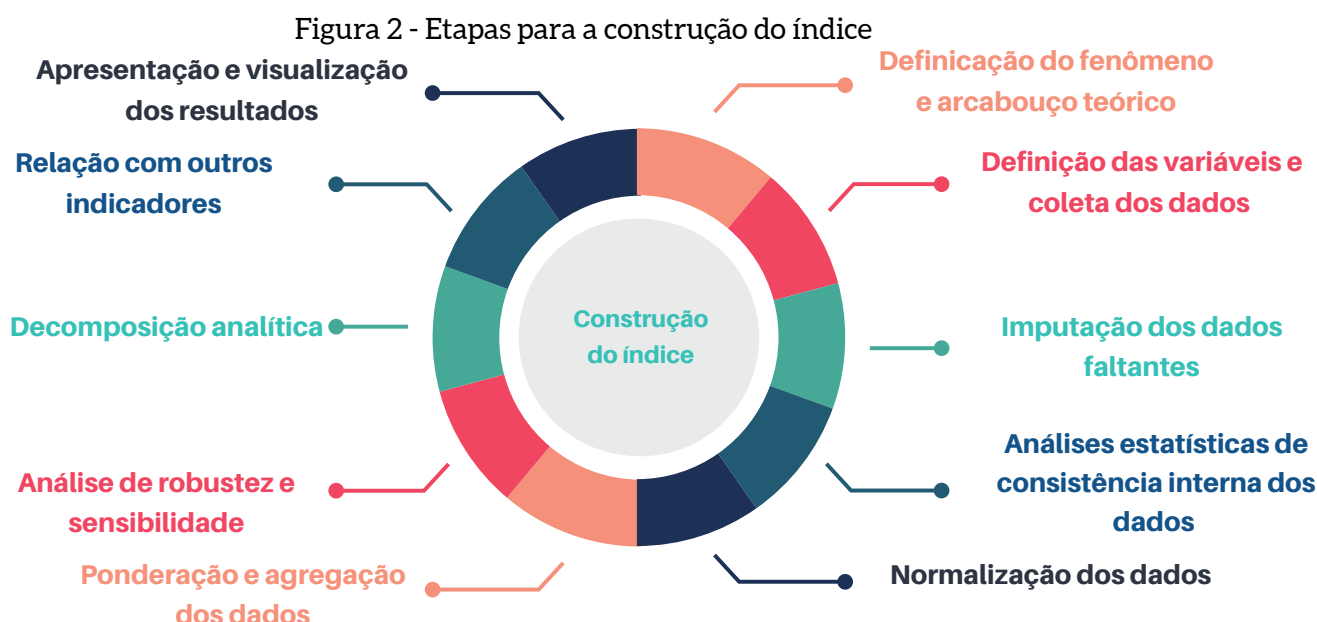
Conforme descrito na figura, compreende-se que o processo inovativo pode ser descrito a partir de quatro pilares: (1) Condições estruturais; (2) Investimentos; (3) Atividades Inovativas; e, (4) impactos. A definição de tais pilares se deu a partir da compreensão da inovação como um fenômeno sistêmico estabelecido a partir da atuação de um conjunto de atores institucionais, das condições estruturais locais, dos investimentos direcionados ao seu desenvolvimento e dos consequentes impactos, em consonância com o Summary Innovation Index (COMISSÃO EUROPEIA, 2021), onde:

- Condições Estruturais: busca capturar os principais impulsionadores da inovação externos à empresa;
- Investimentos: busca capturar o nível de investimentos destinados a CT&I nos estados, abrangendo as instituições públicas, empresariais e de apoio;
- Atividades Inovativas: busca capturar as ações concernentes à inovação, desempenhadas pelos diversos atores do SRI, voltadas à geração, disseminação e apropriação do conhecimento (UNCTAD, 2010);
- Impactos: busca mensurar os resultados das atividades inovativas desenvolvidas em cada UF;

CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

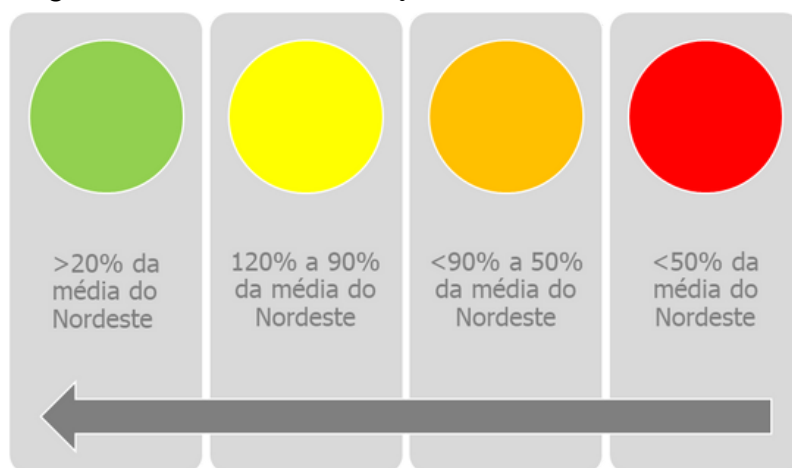
Para proporcionar sustentação científica à construção do Índice estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação foram utilizados os procedimentos metodológicos propostos no *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, publicado pela OCDE em 2008.

A justificativa para a utilização da metodologia se encontra na baixa padronização na construção de indicadores compostos no contexto brasileiro. Dessa forma, buscou-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:



Ademais, para o processo de decomposição analítica, em consonância com o Summary Innovation Index, as Unidades Federativas 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, utilizando-se a média da região Nordeste como referência, conforme figura:

Figura 2 - Escala de classificação das Unidades Federativas



RESULTADOS

REGIÃO NORDESTE

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.

Gráfico 1 - Índice de CT&I do Nordeste

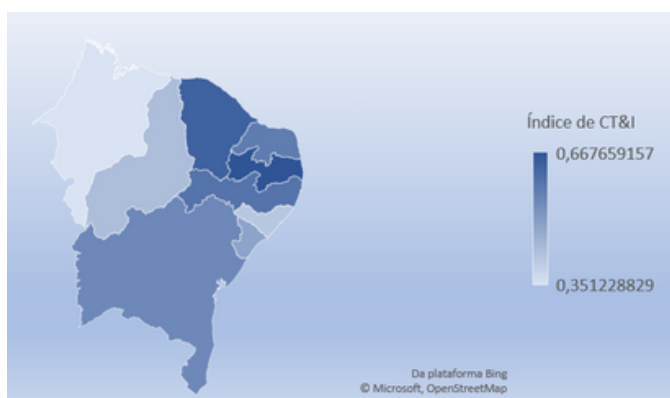


Gráfico 2 - Dimensões da CT&I no Nordeste



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.

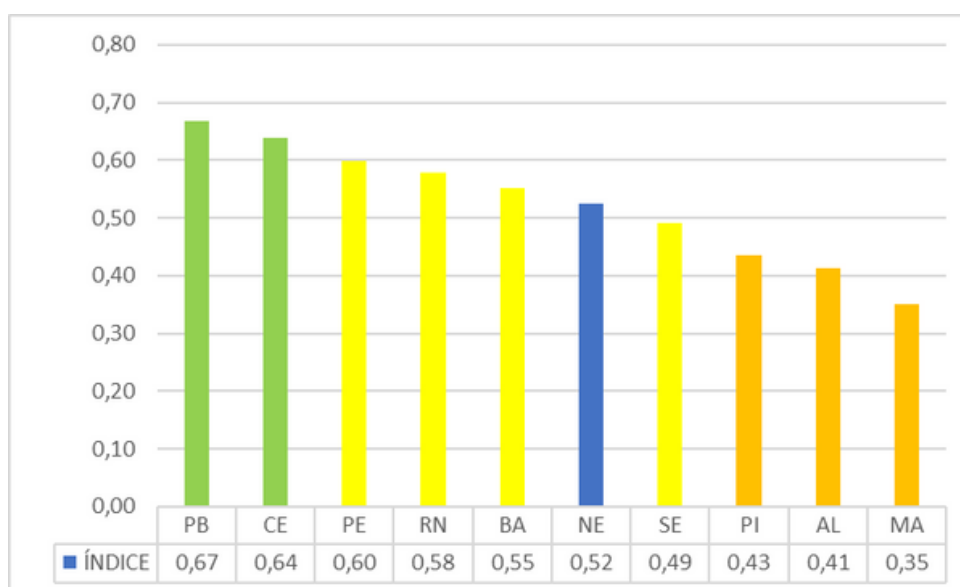
De modo geral, percebe-se que a região Nordeste apresenta um desempenho consideravelmente heterogêneo entre as dimensões, realçando a necessidade de um intenso restabelecimento em diversas dimensões para um melhor desenvolvimento do Sistema de inovação da região.

RESULTADOS

CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES FEDERATIVAS

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.

Gráfico 3 - Índice de CT&I das Unidades Federativas do Nordeste



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.

RESULTADOS

DESEMPENHO DOS GRUPOS NOS PULARES E DIMENSÕES

Foi calculada, ainda, a classificação desses grupos para cada pilar e dimensão do processo inovativo, de modo a indicar quais resultados são mais representativos para cada grupo, conforme gráficos:

Gráfico 4 - Pilares do índice de CT&I

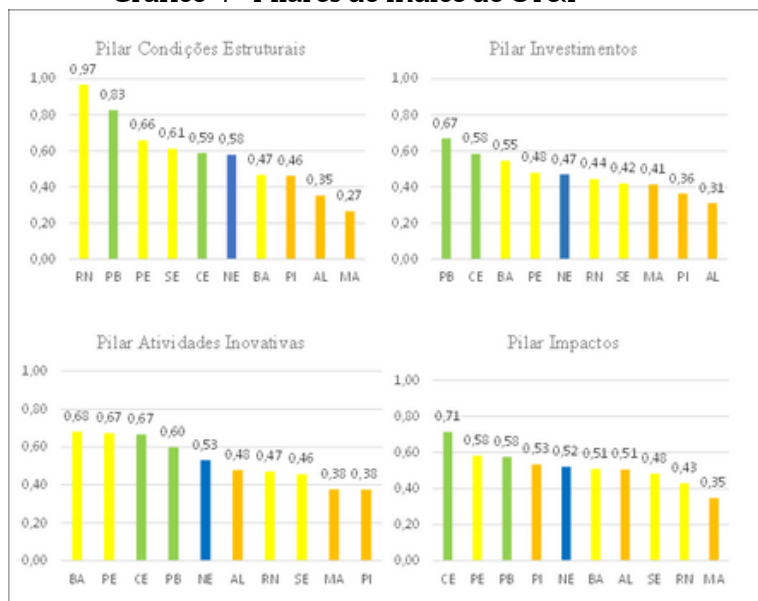


Gráfico 5 - Dimensões do Índice de CT&I



É possível perceber que o grupo dos líderes, composto por Paraíba e Ceará, esteve bem colocado 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.

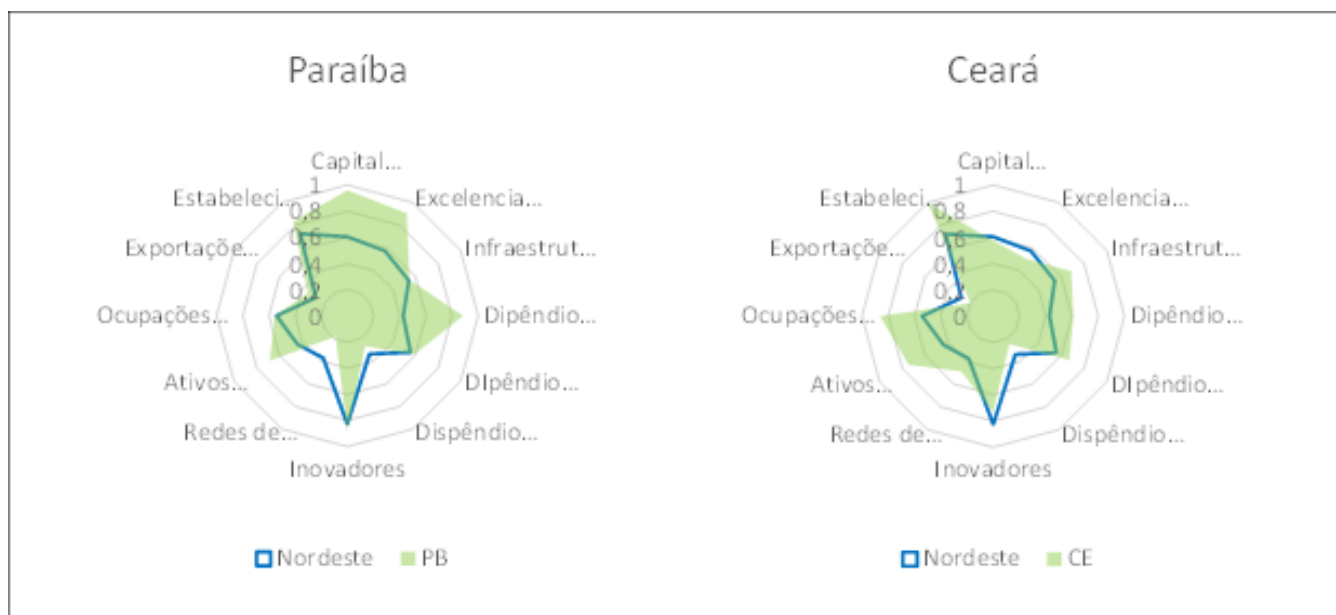
Por fim, as Unidades Federativas que compõem o grupo moderados se mantiveram nas últimas colocações em quase todos os pilares, com exceção apenas do pilar de impactos, onde os estados de Alagoas e Piauí apresentaram resultados acima da média.

RESULTADOS

GRUPO INOVADORES LÍDERES

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.

Gráfico 5 - Unidades Federativas do grupo Inovadores Líderes



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.

O quadro 2 apresenta uma síntese das características supracitadas de cada uma das Unidades Federativas que pertencem ao grupo líderes a partir da análise realizada.

Quadro 2 - Síntese do grupo Inovadores Líderes

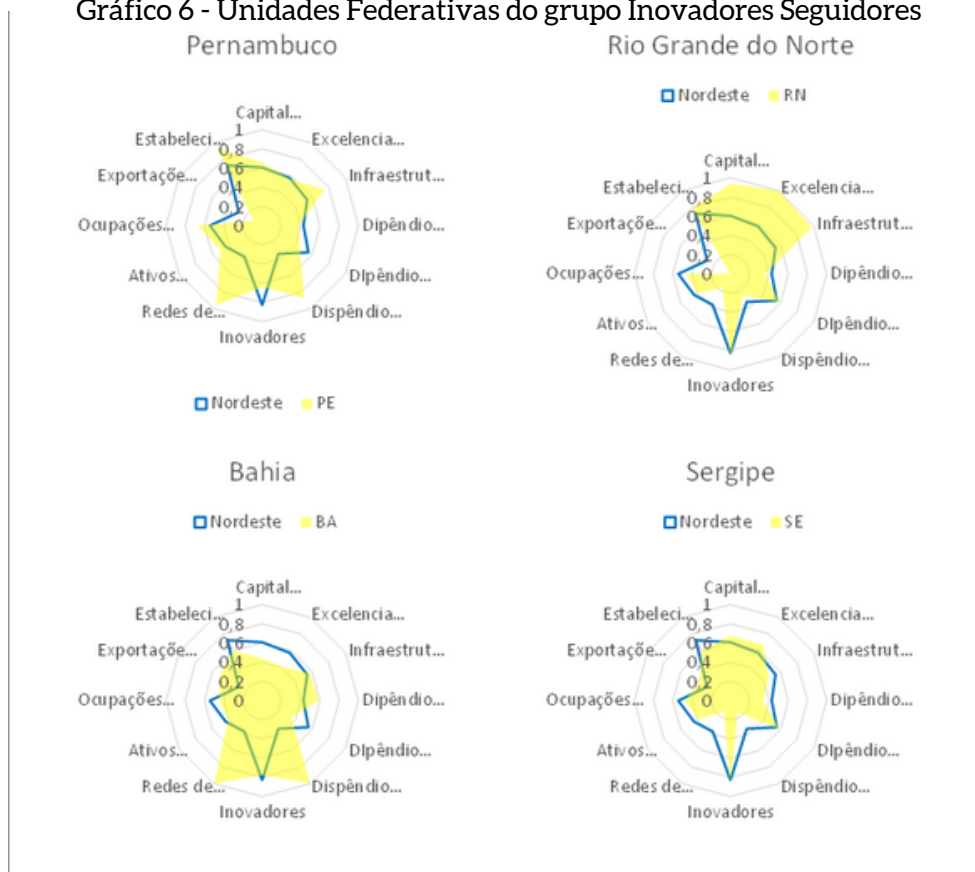
Unidade Federativa	Caracterização do SRI	Forças	Fraqueza	Potencialidades
Paraíba	Homogêneo, com irregularidades, índices acima do Nordeste em 10 dimensões	Capital Humano em C&T, Excelência do Sistema de pesquisa, Dispendio público em C&T.	Dispendio por parte de instituições de fomento e Redes de cooperação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

RESULTADOS

GRUPO INOVADORES SEGUIDORES

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.

Gráfico 6 - Unidades Federativas do grupo Inovadores Seguidores



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

Quadro 3 - Síntese do grupo Inovadores Seguidores

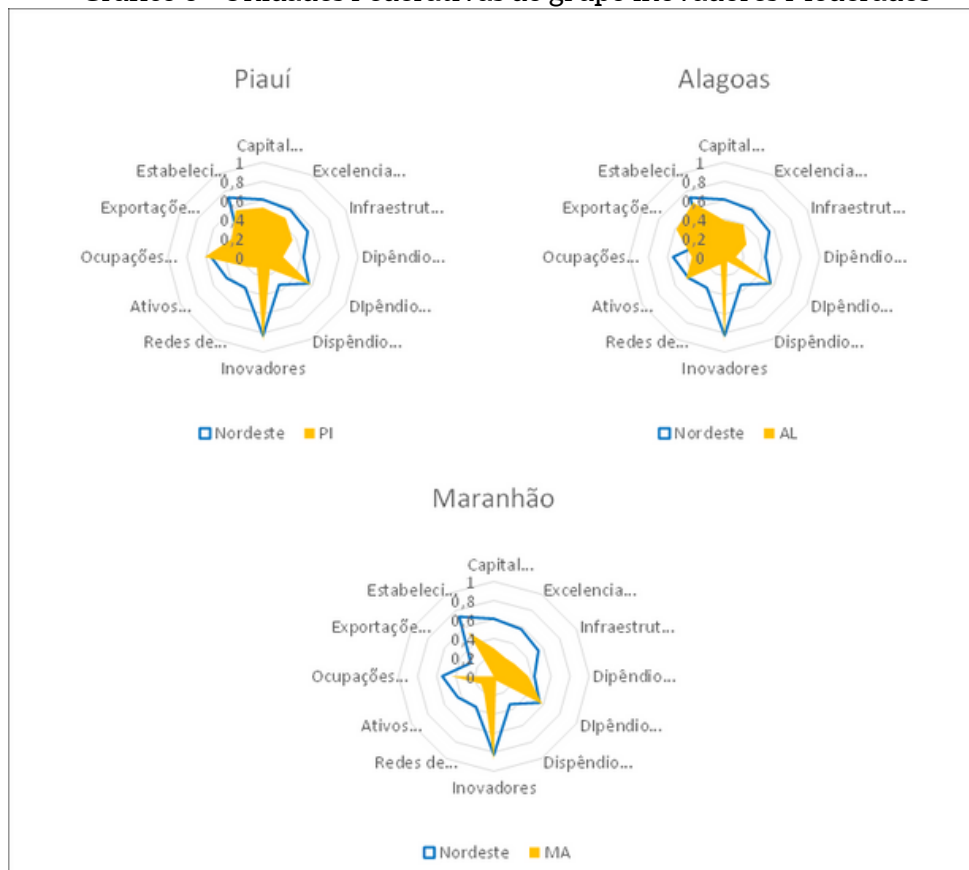
Unidade Federativa	Caracterização do SRI	Forças	Fraqueza	Potencialidades
Pernambuco	Homogêneo, com irregularidades, índices acima da região em 8 dimensões.	Dispendio por parte de instituições de fomento, Redes de cooperação e Estabelecimentos em TICs.	Dispendio empresarial em atividades inovativas e Exportações intensivos em tecnologia e conhecimento.	Infraestrutura e Ocupações em C&T
Ceará	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.	Dispendio por parte de instituições de fomento, Redes de cooperação e exportações em C&T	Dispendio empresarial em atividades inovativas, Inovadores, Estabelecimentos em C&T.
Bahia	Heterogêneo, com 7 dimensões abaixo da média regional.	Dispendio por parte de instituições de fomento e Redes de cooperação.	Dispendio empresarial em atividades inovativas e Ativos intelectuais.	Inovadores
Sergipe	Homogêneo, índices próximos à média regional.	Inovadores	Dispendio por parte de instituições de fomento e Redes de cooperação.	Excelência do sistema de pesquisa e infraestrutura

RESULTADOS

GRUPO INOVADORES MODERADOS

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.

Gráfico 6 - Unidades Federativas do grupo Inovadores Moderados



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.

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

Quadro 4 - Síntese do grupo Inovadores Moderados

Unidade Federativa	Caracterização do SRI	Forças	Fraqueza	Potencialidades
Piauí	Heterogêneo, com índices abaixo da média regional	Ocupações em C&T e inovadores	Dispêndio empresarial em atividades inovativas.	Ocupações em C&T
Alagoas	Incompleto	Exportações intensivas em tecnologia e conhecimento.	Dispêndio por parte de instituições de fomento e Redes de cooperação.	Ativos intelectuais
Maranhão	Incompleto	Nenhuma	Dispêndio empresarial em atividades inovativas e exportações	Inovadores

CONCLUSÃO

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.

Contribuição teórica

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.

Contribuição prática

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

- 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.
- 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 innovation dimensions. *Research policy*, v. 26, n. 4-5, p. 475-491, 1997.
- OCDE – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide, 2008.
- OCDE. In Handbook of Innovation Indicators and Measurement. 2018.
- 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.
- REID, David McHardy et al. Indexing innovation within China. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 2019.
- 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

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)

APÊNDICE - CONJUNTO DE INDICADORES DE CT&I

Condições Estruturais	Condições Estruturais	Novos doutores titulados Novos mestres titulados Novos graduados
	Excelência do Sistema de pesquisa	Nº docentes na Pós-Graduação Publicação bibliográfica per capita Penetração de banda larga
	Infraestrututura	Penetração de banda larga Número de instituições de CT&I
Investimentos	Investimento Público em C&T	Dispêndio estadual em P&D/ receita do estado Dispêndio estadual em ACTC/ receita do estado Despesas com educação / receita do estado
	Investimento Empresarial em C&T	Dispêndio empresarial em P&D interna Dispêndio empresarial em P&D não interna Dispêndio em P&D por pessoa empregada
	Investimento por instituições de fomento	Operações contratadas por instituições de fomento direcionadas a inovação por UF;
Atividades inovativas	Inovadores	Taxa de inovação de produto e/ou de processo Taxa de inovação organizacional e/ou de marketing
	Redes de cooperação	Taxa de cooperação Desembolso com bolsas para pesquisadores condicionadas a algum vínculo com empresas
	Ativos intelectuais	Patente depositada per capita Marca depositada per capita Desenho industrial depositado per capita
Impactos	Ocupações em C&T	Patente depositada per capita Marca depositada per capita Desenho industrial depositado per capita
	Exportações intensivas em tecnologia e conhecimento	Ocupações em C&T Absorção mestres e doutores na indústria Especialistas em TICs
	Estabelecimentos em atividades de TICs	Exportação de bem intensivo em tecnologia Exportação de serviço intensivo em conhecimento Taxa de micros estabelecimentos em TICs