



ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

FACE-UFMG

Inovação, Sustentabilidade e Pandemia

10 a 14 de maio de 2021

Indicador composto estadual de inovação (ICEI): uma metodologia para avaliação de sistemas regionais de inovação

Daniela Scarpa Beneli (PUC-Campinas);

Silvia Angélica Domingues de Carvalho (UNESP);

André Tosi Furtado (UNICAMP)

Resumo

A sistematização metodológica de levantamento de dados, compilação e agregação de Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação tem se mostrado um componente importante na formulação e avaliação de políticas públicas. Assim, o objetivo desse artigo é propor uma metodologia de construção do Indicador Composto Estadual de Inovação que permite avaliar o desempenho inovativo dos sistemas regionais de inovação. Os procedimentos utilizados foram: investigação por materiais bibliográficos, adaptação da metodologia proposta pelo European Innovation Scoreboard e apuração das bases de dados disponíveis no sistema estatístico brasileiro. A metodologia do Indicador Composto Estadual de Inovação revelou potencialidades e fragilidades nas distintas dimensões dos sistemas regionais de inovação brasileiros. Dentre elas, em São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Rio de Janeiro constatou-se forças em recursos humanos e sistema de pesquisa, no Amazonas, por outro lado, há fragilidades nessas mesmas dimensões e destaque em inovadores e ocupações.

Palavras-chaves: Dispendio em Ciência, Tecnologia e Inovação; Atividade Inovativa; Impacto.

Área ABEIN: 5.7 (Inovação e mudanças técnica, organizacional e institucional - Indicadores de Ciência, Tecnologia, Inovação)

Classificação JEL: O30 (Innovation, Research and Development, Technological Change, Intellectual Property Rights - General)

Abstract

The methodological systematization of data collection, compilation and aggregation of Science, Technology and Innovation Indicators has proved to be an important component in the formulation and evaluation of public policies. Thus, the aim of this article is to propose a methodology for the construction of the State Composite Innovation Indicator that allows evaluating the innovative performance of regional innovation systems. The procedures used were: research by bibliographic materials, adaptation of the methodology proposed by the European Innovation Scoreboard and calculation of the databases available in the Brazilian statistical system. The methodology of the State Composite Innovation Indicator revealed strengths and weaknesses in the different dimensions of Brazilian regional innovation systems. Among them, in São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná and Rio de Janeiro, there were strength in human resources and research system, in the Amazon, on the other hand, there are weaknesses in these same dimensions and highlighting innovators and occupations.

Keywords: Expenditure on Science, Technology and Innovation; Innovative Activity; Impact

1. INTRODUÇÃO

Há consenso na literatura sobre a complexidade do fenômeno que cerca a ocorrência da inovação e de sua importância para o desenvolvimento socioeconômico dos países. Ao longo do século XX, avanços conceituais e teóricos contribuíram para a melhor compreensão dos diversos elementos constitutivos desse fenômeno sistêmico, envolvendo esforços inovativos internos aos diversos atores e entre eles, além de incorporar conhecimentos científicos cada vez mais avançados, bem como outros tipos de aprendizado, baseados na experiência do desenvolvimento das atividades inovativas.

Os estudos sobre os indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) acompanharam esses avanços. No período pós Segunda Guerra Mundial, a sistematização conceitual e os princípios metodológicos se iniciaram pelos indicadores de insumo ao processo inovativo, com ênfase na mensuração dos recursos humanos e financeiros em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), emergindo sob um contexto no qual o progresso científico era pautado como a mola propulsora do crescimento econômico. Nesse período, as atuações da Fundação Nacional da Ciência (FNC) dos Estados Unidos e da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) foram decisivas para internacionalização do levantamento padronizado dos indicadores de C&T, que passaram, a partir dos anos 80, a ampliar seu escopo ao propor quantificar os resultados e os impactos que as atividades de C&T poderiam promover na sociedade. Assim, outros indicadores se consolidaram, dentre eles: patentes, balanço de pagamentos tecnológico, bibliométricos e recursos humanos em C&T. (GODIN; 2005; GODIN; 2007).

Nos anos 90, as atuações da OCDE junto a Comissão Europeia inauguraram a fase da emergência de indicadores de inovação, voltados para captura de informações sobre as atividades e os impactos das inovações realizadas pelas empresas. A Comissão Europeia iniciou a condução padronizada dessa coleta de dados em âmbito internacional, envolvendo órgãos estatísticos de seus países membros na construção de outros indicadores, dentre eles: taxa de inovação, taxa de cooperação e investimentos empresariais nas atividades inovativas. A Comissão Europeia, além de consolidar metodologias de indicadores de CT&I e compilá-los para seus países membros, passou, a partir dos anos 2000, a agregá-los em apenas um índice, construindo o indicador composto de inovação denominado *Summary Innovation Index*. A emergência desse indicador composto decorreu da necessidade de monitorar anualmente o desempenho inovativo dos países membros e acompanhar o alcance das metas estabelecidas para tornar suas economias mais competitivas e baseadas no conhecimento. (GODIN; 2002; GODIN; 2003; GRUPP; MOGEE, 2004).

As experiências internacionais apontam que os indicadores de CT&I vão além de estatísticas cientificamente consolidadas, podem refletir questões estruturais do sistema nacional de inovação (SNI) e constituem parte de políticas nacionais e regionais voltadas ao desenvolvimento socioeconômico e científico, como se revelou pelas ações empreendidas pela FNC, OCDE e Comissão Europeia.

Países nos quais a sistematização dos indicadores de CT&I se consolidou, metodologias de mensuração se desenvolveram e, como resultado, um conjunto variado de indicadores subsidia as políticas públicas no direcionamento de recursos humanos e financeiros para áreas de conhecimento emergentes e na antecipação de mudanças. Nesse sentido, os indicadores contribuem com informações relevantes aos tomadores de decisão constitutivos dos sistemas inovativos, oferecendo subsídios à formulação de políticas públicas e à avaliação das mesmas.

O mapeamento dos indicadores de CT&I revela como o Brasil está aquém nessa sistematização. Ao comparar as experiências internacionais com as séries estatísticas publicadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC) percebe-se a irregularidade de publicações e a escassez de indicadores consolidados internacionalmente e associados à compreensão da inovação como fenômeno sistêmico.

A escassez de indicadores e suas falhas de cobertura são ainda mais evidentes ao nível dos estados da federação. No entanto, em um país de dimensão continental como o Brasil, em que estados possuem uma dimensão geográfica e populacional semelhante a países de porte médio, faz todo o sentido desenvolver indicadores de CT&I em nível estadual. Essa escala do fenômeno regional no caso brasileiro permite inferir que no nível subnacional constituem-se sistemas regionais de inovação (SRI) cujas características precisam ser melhor entendidas por meio de indicadores de CT&I.

Isto posto, o objetivo desse artigo é propor uma metodologia de construção do Indicador Composto Estadual de Inovação e, por ela, avaliar o desempenho inovativo dos sistemas regionais de inovação, analisando forças e fragilidades do processo inovativo. Essa proposição metodológica se deu através da investigação por materiais bibliográficos, adaptação da metodologia proposta pelo European Innovation Scoreboard e apuração das bases de dados disponíveis no sistema estatístico brasileiro.

Para alcançar esse objetivo, esse artigo está dividido em cinco seções, incluída esta introdução. A segunda seção descreve os avanços metodológicos da Comissão Europeia na construção de indicadores

compostos. A terceira explica a longa trajetória metodológica para a construção do ICEI, a partir do qual foi possível, na quarta seção, avaliar o desempenho dos SRI e apontar forças e fragilidades das UF do Brasil. Por fim, a última seção coloca as considerações finais.

2. OS AVANÇOS METODOLÓGICOS DA COMISSÃO EUROPEIA NA CONSTRUÇÃO DO INDICADOR COMPOSTO DE INOVAÇÃO

Países mais comprometidos com políticas de CT&I tendem a monitorar seus avanços na área utilizando-se, dentre outras ferramentas, dos indicadores de CT&I (GRUPP; MOGEE, 2004). Por meio deles, os governos buscam definir políticas públicas estratégicas, direcionando os recursos públicos para áreas específicas de C&T, além de permitir avaliar a execução dessas políticas, ao analisar, por exemplo, o desempenho do sistema inovativo dos países.

Os alcances conceituais e metodológicos desenvolvidos na construção de indicadores de C&T acompanharam a ampla compreensão do processo de inovação, incluindo a compreensão das relações entre C&T, que movem um corpo de conhecimento inerente ao seu funcionamento de forma autônoma e não influenciável por forças econômicas e sociais (BALCONI; STEFANO; ORSENIGO, 2010).

A Comissão Europeia se destacou, ao desenvolver, a partir dos anos 2000, estudos voltados a retratar fenômenos multidimensionais. O grupo de pesquisa criado, *Composite Indicators Research Group* (COIN), possuía, em 2018, cerca de sessenta estatísticas de indicadores compostos associadas às seguintes áreas: aprendizagem ao longo da vida, inovação, meio-ambiente, educação e competitividade.

O COIN, em conjunto com a OCDE, lançou, em 2008, o relatório que reúne metodologias propositivas para construção de indicadores compostos, denominado *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide* (EUROPEAN COMMISSION, 2019b). O objetivo principal desse relatório foi fornecer um conjunto de recomendações de como desenhar, desenvolver e disseminar os indicadores compostos, além de identificar problemas técnicos comuns e evitar armadilhas durante o processo de construção. As recomendações foram reunidas na proposição sequencial de dez passos, conforme síntese apresentada no Quadro 1.

De maneira geral, o relatório sugere a descrição do modelo teórico que fundamenta a seleção dos indicadores atrelados aos fenômenos medidos (passo 1) e a aplicação de procedimentos estatísticos que substituam as decisões arbitrárias aplicadas nas metodologias do indicador composto. Dentre esses procedimentos, recomenda a descrição sobre a seleção dos dados (passo 2) e aplicação de diferentes técnicas de imputação de dados (passo 3), de normalização (passo 5), de agregação e de análise de sensibilidade (passos 4, 7, 8 e 9). São procedimentos científicos que tornam o indicador composto mais robusto e representativo do fenômeno que se pretende medir. E, assim, associando a fundamentação teórica com as técnicas estatísticas, o processo de construção do indicador se torna mais transparente evitando a manipulação e o uso inadequado do mesmo. (OECD, 2008).

Além disso, a Comissão Europeia, por meio do *Join Research Centre* (JRC), estendeu seus esforços e desenvolveu metodologias para a construção de indicadores compostos de inovação, dentre eles, o *Summary Innovation Index* (SII). O SII é um índice, dado entre 0 e 1, cuja metodologia de cálculo é aplicada considerando os dez passos recomendados no Quadro 1.

Dentre esses passos, são aplicados os métodos de normalização e de agregação de um compilado de indicadores de CT&I, considerando sua totalidade, além de subconjuntos deles, definidos em pilares e dimensões, com o intuito de analisar os diversos aspectos do processo inovativo dos países membros. Assim, no intervalo entre 0 e 1 os países são classificados, respectivamente, entre o pior e o melhor desempenho no sistema de pesquisa e de inovação.

Com regularidade anual, desde o ano 2003, o SII é, assim, utilizado para classificar e comparar o desempenho inovativo dos países membros, demonstrando também as forças e as fragilidades nas distintas dimensões do processo inovativo. Esse conjunto de análises compõe o *European Innovation Scoreboard* (EIS). Com a finalidade de também avaliar o desempenho inovativo do SRI dos países membros, o SII também é calculado no nível regional, mas utilizando um compilado menor de indicadores de CT&I e com menor regularidade. Esse conjunto de análises e classificações é denominado *Regional Innovation Scoreboard* (RIS). Desde sua criação, a estrutura de indicadores de CT&I foi se alterando ao longo dos anos, recebendo aperfeiçoamentos e se adaptando às mudanças no ambiente inovativo.

As experiências da Comissão Europeia no desenvolvimento de metodologias e na construção do SII influenciaram o processo de construção do ICEI, conforme será detalhado na próxima seção.

Quadro 1 - Os passos para construção do Indicador Composto	
Passos	Descrição dos Procedimentos
1 - Arcabouço teórico	Definir claramente o fenômeno multidimensional mensurado e propor um modelo teórico que fundamente a seleção e compilação dos dados. Listar os critérios subjacentes aos indicadores, tais como: insumos, atividades e resultados.
2 - Seleção dos dados	Avaliar a qualidade dos dados disponíveis. Discutir forças e fraquezas de cada indicador. Construir tabela que resuma as características dos dados, dentre elas: a disponibilidade (no país e no tempo), fonte, tipo (insumos, resultados, atividade), estatística descritiva (média, mediana, assimetria, curtose, mínimo, máximo, variância, histograma)
3 - Imputação de dados	Fornecer uma medida de confiabilidade de cada valor imputado, de modo a avaliar o impacto da imputação nos resultados do indicador composto. Retornar ao passo 2.
4 - Análise multivariada	Avaliar a coerência estatística e conceitual na estrutura do conjunto de dados (análise de componentes principais e análise de correlação). Identificar grupos de países/regiões baseando-se nos indicadores individuais ou em outras variáveis (análise de agrupamento). Retomar os passos 1 e 2.
5 - Normalização	Fazer o ajuste direcional, de modo que os valores mais elevados representem o melhor desempenho para todos os indicadores (ou vice-versa). Selecionar um método de normalização adequado (mínimo-máximo, escores-z) que respeite o arcabouço conceitual e as propriedades dos dados.
6 - Atribuição de peso e agregação	Discutir a correlação entre os indicadores. Selecionar um método adequado de ponderação (pesos iguais, análise derivada dos pesos dos fatores, opinião de especialistas) e de agregação (média aritmética, média geométrica) associados ao quadro conceitual e às propriedades dos dados.
7 - Incerteza e análise de sensibilidade	Avaliar se o indicador composto é excessivamente dominado por um pequeno número de indicadores e quantificar a importância relativa dos componentes subjacentes (análise de sensibilidade global, índices de correlação). Avaliar eventual viés introduzido no índice (por exemplo, devido ao tamanho da população, densidade populacional). Retomar os passos 1 e 2.
8 - Decomposição	O indicador composto fornece um ponto de partida, possibilita a síntese de um fenômeno multimensional. Após construída a metodologia, pode também ser decomposto, retornando às dimensões e aos indicadores que o compõem, viabilizando uma análise estendida.
9 - Relação com outros indicadores	Correlacionar o indicador composto com fenômenos mensuráveis relevantes e explicar semelhanças e diferenças. Descrever sobre os dados e resultados.
10 - Visualização dos resultados	Identificar ferramentas de apresentação adequadas ao público-alvo. Escolher a técnica de visualização que revele o máximo de informações sem ocultar aquelas importantes. Apresentar os resultados de forma clara, precisa e de fácil compreensão.

Fonte: OECD (2008)

3. O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO INDICADOR COMPOSTO ESTADUAL DE INOVAÇÃO - ICEI

3.1 Caracterização das fontes bibliográficas e de dados

O ICEI originou de uma trajetória metodológica processual, em que cada etapa de construção foi sendo retroalimentada por materiais bibliográficos e pelo mapeamento da disponibilidade de estatísticas para recorte estadual brasileiro.

Pela pesquisa bibliográfica, foi possível apontar a emergência dos indicadores de CT&I no âmbito internacional como elemento de políticas públicas. Adicionalmente, foram identificadas metodologias de elaboração de indicadores de CT&I e de sua agregação, sobretudo, em diretrizes conceituais como o Manual de Frascati e o Manual de Oslo, além do Manual de 2008 *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. Também foram analisados estudos internacionais e nacionais sobre a construção de indicadores compostos de inovação, que contribuíram nas decisões sobre quais os indicadores de CT&I deveriam compor o ICEI e as formas possíveis para agregá-los. Quanto à seleção, considerou-se a proposta pela UNCTAD (2010), para países em desenvolvimento, que recomenda o balanceamento na definição entre indicadores de CT&I representativos do SRI e aqueles úteis para sua avaliação, além de garantir a comparabilidade internacional.

Normalmente, os indicadores compostos são construídos e publicados por organizações internacionais ou por instituições públicas (IIZUKA; HOLLANDERS, 2017), mas, no Brasil, as práticas de construção de indicador composto de inovação foram desenvolvidas por professores e pesquisadores brasileiros de universidades e de organizações públicas associadas à pesquisa, sendo elas: Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal de Minas Gerais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Fundação João Pinheiro e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Até o momento da realização dessa pesquisa, foram identificadas publicações com recorte nacional de Furtado et al (2007) e do CGEE (2015), além daquelas com recorte estadual de Rocha e Ferreira (2004), Santos (2011) e Collet (2012).

A análise detalhada dos estudos com recorte estadual revelou avanços importantes, Rocha e Ferreira (2004), Santos (2011) e Collet (2012) desenvolveram passos metodológicos necessários para construção do indicador compostos, dentre eles, seleção de indicadores, normalização e agregação, que inspiraram a construção do ICEI. Todavia, as distintas seleções dos indicadores e das base de dados, bem como a detecção de dificuldades metodológicas nesses estudos refletem o estágio ainda incipiente na prática de compilação e agregação de indicadores de CT&I no nível estadual.

No que se refere às dificuldades metodológicas, algumas serão apontadas. Rocha e Ferreira (2004) se depararam com problemas de temporalidade, alguns indicadores são de 1996, outros de 2002. Os anos também se diferenciam entre as UF em determinados indicadores, como ocorreu com a taxa de inovação, que variou entre os anos de 1996 e 1999. As autoras não aplicaram técnicas de imputação com o intuito de referenciar os indicadores a determinado ano específico, fato que comprometeu a interpretação dos resultados do indicador composto estadual.

Já o indicador estadual de inovação proposto por Santos (2011) demonstrou esforços metodológicos na solicitação de tabulações especiais do INPI e da FINEP e aplicação de duas técnicas, a imputação única implícita e explícita, pois, para alguns indicadores, os dados foram substituídos baseando-se naquele disponível no ano anterior e em outras situações utilizou-se da média entre dois anos disponíveis. Mas, foram encontrados problemas de acuracidade e de acessibilidade nos dados extraídos, respectivamente, do Diretório de Grupos de Pesquisa e acessibilidade da PINTEC. No caso do Diretório, a autora prevê a limitação da base e descreve sobre a possibilidade de os dados estarem subestimados. Nos indicadores elaborados pela PINTEC, faz menção ao uso de microdados e não aponta o uso de imputação deixando, portanto, implícita a disponibilidade para todas as UF. No entanto, em virtude do desenho amostral da PINTEC, nem todas as UF das regiões do Norte, Nordeste e Centro Oeste são selecionadas na pesquisa e o IBGE faz uma estimativa incluindo-as apenas como parte dessas regiões.

Por fim, Collet (2012) aplicou esforços na seleção dos indicadores, mas apresentou as mesmas dificuldades de imputação levantadas por Rocha e Ferreira (2004), além de incorrer numa inconsistência metodológica ao praticar dupla contagem ao incluir os dois indicadores dispêndio estadual em C&T e dispêndio estadual em P&D, já que C&T decorre da soma de ACTC e P&D.

A construção do ICEI considerou essas dificuldades e desenvolveu passos metodológicos com o intuito de superar a escassez de dados para o nível estadual. Definiu-se, por exemplo, pela coleta dos dados em 2014, ano no qual estavam disponíveis. Além disso, passos metodológicos adicionais foram aplicados, como a análise multivariada, análise de sensibilidade e incerteza, decomposição e relação com outros indicadores.

Em paralelo à pesquisa bibliográfica, esforços foram desenvolvidos no mapeamento das fontes estatísticas com dados com acuracidade e disponibilidade para o recorte estadual, que viabilizassem a transparência metodológica do ICEI e permitissem sua replicação em estudos futuros. Nesse sentido, constatou-se a disponibilidade dos dados em órgãos públicos distintos e vinculados aos Ministérios da Economia, da Educação e da Ciência, Tecnologia, e Inovação, além das fontes internacionais de produção científica, como a Web of Science. As fontes definidas para o ICEI se mostraram de uso recorrente na construção de indicadores de CT&I para o âmbito nacional, mas se revelaram com menor sistematização para o recorte estadual, assim, os esforços se direcionaram para captar indicadores de CT&I que representassem a inovação estadual de forma ampla, incorporando dados sobre insumos, resultados e impactos das atividades inovativas.

No entanto, como os dados provêm de fontes distintas, cujas diretrizes temporais e de coleta são definidas de forma particular e respectiva, houve obstáculos para a coleta temporal dos dados que abrangesse todas as UF. O caso emblemático ocorreu com os dados associados às atividades inovativas coletados pela Pesquisa de Inovação (PINTEC), na qual a regionalização da coleta se define naquelas UF que possuem um valor agregado estadual representativo. Por essa razão, neste caso, foram agregadas somente as empresas do setor industrial, pois o setor de serviços apresentou baixa representatividade. Adicionalmente, determinadas UF só puderam ser analisadas de forma agregada, como ocorreram com algumas UF das regiões Norte e Nordeste, cujos dados individuais estavam ausentes. No caso do Distrito Federal, decidiu-se excluí-lo como uma unidade de pesquisa, em razão de suas características estarem mais associadas ao sistema político, levando os dados, da PINTEC e das outras fontes, a enviesarem a análise das demais UF.

O fato é que os critérios do desenho amostral da PINTEC determinaram a composição das UF analisadas pelo ICEI, que contemplou dezessete recortes geográficos, formados por Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Amazonas, Pará, Bahia, Ceará, Pernambuco, com o restante das UF, com exceção do DF, sendo agregadas nas unidades Demais Norte e Demais Nordeste.

No que se refere ao ano analisado, definiu-se 2014 como ano de coleta pela disponibilidade de

dados em todas as bases mapeadas. Mais uma vez, a PINTEC foi determinante, como sua coleta é trienal, no momento da coleta de dados do ICEI, o último dado publicado era do ano de 2014. Mas, nesse caso, outra restrição temporal foi colocada pelos dados sobre exportações de serviços, que só estão discriminados por produto a partir de 2014.

A construção do ICEI envolveu, assim, esforços diversos, desde a revisão da literatura no campo dos indicadores de CT&I e indicadores compostos, até a reunião de dados de fontes distintas, superando dificuldades oriundas da falta de sistematização dos dados com recorte estadual.

3.2 O processo de escolha da estrutura de indicadores de CT&I: aplicando os passos um a três

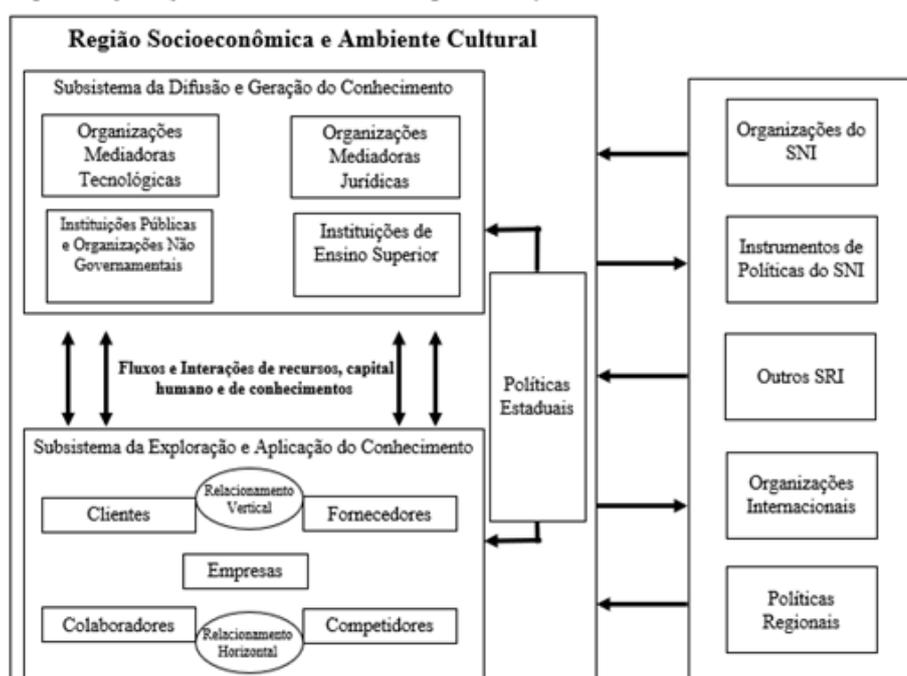
A metodologia de construção do ICEI embasou-se nos dez passos sugeridos no Quadro 1¹. Como primeiro passo, optou-se pelo SRI como referencial teórico, cujo modelo possibilitou, mesmo que de forma ampla, identificar e relacionar os diferentes elementos presentes nos processos inovativos das UF.

O SRI representa um conceito multidimensional que, segundo Cooke (2001), apresenta cinco características: regional, inovação, rede, aprendizado e interação. O regional considera a unidade política de nível meso, que pode ser estabelecida no nível estadual, capaz de intervir e suportar o desenvolvimento econômico, sobretudo fomentando a inovação. A inovação compreendida como a comercialização de novos conhecimentos relacionados a novos produtos, processos e organizacionais, que são testados de forma empírica pelas empresas. As redes se apresentam nas relações de cooperação entre os atores que em conjunto habilitam seus membros a buscarem interesses em comum. O aprendizado, sobretudo o institucional, quando novos níveis e tipos de conhecimento, habilidades e capacidades podem ser enraizadas nas rotinas e convenções das firmas e nas organizações que suportam a inovação. A interação constituída por formas regulares de encontros formais e informais ou pelo estabelecimento de formas de comunicação voltadas para a inovação.

Como forma de analisar o SRI e baseando-se no conceito desenvolvido por Cooke (2001), Autio (1998) e Tödtling e Trippi (2005) propõem representá-lo por um esquema (Figura 1) onde o SRI está estruturado sob dois subsistemas que, por sua vez, estão inseridos num ambiente socioeconômico.

O primeiro subsistema é composto por instituições associadas à geração e difusão do conhecimento, constituindo uma infraestrutura de apoio regional, basicamente composto por quatro tipos de organizações (Figura 1). O primeiro tipo está formado pelas instituições mediadoras tecnológicas, provendo padrão regulatório, aquelas associadas às organizações não governamentais, aos

Figura 1 – Esquema representativo do conceito de Sistema Regional de Inovação



Fonte: Adaptado de Autio (1998) e Tödtling e Trippi (2005)

testes, à normalização, à metrologia e ao licenciamento de propriedade industrial. Como parte do quadro regulatório, em cada UF há uma unidade do INPI e do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). O segundo tipo é constituído pelos diversos institutos de pesquisa federais e estaduais em campos de conhecimento distintos. No âmbito estadual, são exemplos o Instituto de Pesquisa Tecnológico do Estado de São Paulo e o Instituto Agrônomo de Campinas. No âmbito federal, há o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e também a

¹ A descrição metodológica mais detalhada sobre os dez passos aplicados na construção do Indicador Composto Estadual de Inovação pode ser consultada em Beneli (2019).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). As IES formam o terceiro grupo, com papel de destaque para as universidades, que além de oferta de recursos humanos qualificados, cumprem função importante no desenvolvimento de pesquisas científicas. Por último, estão as diversas instituições atuantes no marco jurídico, que regulam as relações trabalhistas e contratuais.

Já no segundo subsistema (Figura 1) predomina a aplicação e exploração do conhecimento, é formado pela estrutura produtiva estadual, considerando sua capacidade de apropriar-se dos fluxos de conhecimentos interno e externos às empresas. A apropriação pode ocorrer via laboratórios empresariais internos de P&D e/ou pelas formas de interação com o entorno, via concorrência ou cooperação, que se pode estabelecer entre clientes, fornecedores, contratantes e competidores. Essa estrutura produtiva pode se revelar na forma de um ou mais *clusters*, associados a indústrias distintas (TÖDTLING; TRIPPL, 2005).

Fluxos contínuos de recursos, de capital humano e de conhecimentos dentro dos subsistemas e entre eles potencializam a criação e difusão de conhecimentos, tornando o SRI mais propenso a inovar. O caráter sistêmico do SRI se apresenta na realização desses fluxos, estabelecidos por algum grau de interdependência entre as instituições, voltadas para geração e colaboração de conhecimento (TÖDTLING; TRIPPL, 2005).

Todas as organizações atuantes nos dois subsistemas promovem fluxos de conhecimento tácito e codificado, bem como de recursos humanos qualificados (Figura 1). Ao mesmo tempo, todo esse conjunto de organizações e de fluxos de conhecimento e de recursos humanos qualificados é influenciado pelas medidas de incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico promovidas pelas políticas estaduais e federais. De acordo com CGEE (2010, p. 88), desde os anos 90, essas políticas têm desempenhado papel proativo na “definição de políticas de desenvolvimento industrial e de serviços, cujos objetivos e instrumentos, dentre outros, sejam especificamente direcionados à promoção de inovações tecnológicas nas empresas”. Como exemplo, foram criadas em algumas UF as leis estaduais de inovação, seguindo como base a Lei de Inovação de âmbito federal de 2004. Diferente da lei federal, no âmbito estadual os incentivos se voltam para os parques tecnológicos e as incubadoras de empresas. Dentre elas, o CGEE (2010) destaca as leis desenvolvidas no Rio Grande do Sul, por prever a hipótese de incentivo à empresa de base tecnológica, na forma de crédito fiscal presumido do ICMS, bem como as leis dos estados do Rio de Janeiro e de Santa Catarina, por permitirem incentivos fiscais visando o fomento à inovação tecnológica. Além do marco legal de âmbito estadual, as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP) e as Secretarias de Ciência e Tecnologia de cada Estado se destacam na execução de programas de fomento das atividades de C&T (LOPES, 2008).

O SRI, assim, está constituído por todas as relações que se estabelecem entre os subsistemas, os fluxos de conhecimento e de pessoas e as políticas estaduais. Mas o SRI não é autossuficiente, o processo inovativo estadual é influenciado pelas interações entre os atores nacionais e internacionais. Num contexto de intensa competitividade internacional e de rápidas mudanças tecnológicas, muitas vezes, as empresas locais precisam sustentar sua capacidade inovativa, inserindo-se em redes de inovação que viabilizem o acesso a novas ideias, conhecimentos e tecnologias, não disponíveis no espaço estadual. Dessa forma, muitas empresas locais se mantêm competitivas sustentadas por complementariedades viabilizadas por relações externas, que extrapolam aquelas inerentes ao SRI. (TÖDTLING; TRIPPL, 2005).

O esquema (Figura 1) demonstra ainda algumas das possíveis interações exercidas entre determinado SRI e outras instâncias, como o SNI, outros SRI, organizações internacionais e políticas regionais. No caso do SNI, o MCTIC cumpre função importante na coordenação dos principais instrumentos e programas voltados à CT&I, atuando por meio de uma rede de organizações, cada qual cumprindo distintas funções, associadas ao fomento das atividades de CT&I e à geração e difusão de conhecimentos relevantes ao processo inovativo. Como parte da rede do MCTIC estão as agências, como o CNPQ, as empresas públicas, como a FINEP, as organizações sociais, a exemplo do CGEE, e por fim, os institutos de C&T e as unidades de pesquisa alocados no segundo subsistema. Considerando esse amplo conjunto de atores, CGEE (2010) identificou, além dos tradicionais instrumentos representados pelos benefícios fiscais, pelas concessões financeiras diferenciadas (aquisição de ativos fixos e formação de capital de giro) e pelos estímulos para a infraestrutura, novos desenhos de políticas públicas, formadas por uma cesta de incentivos direcionados ao aumento da competitividade e ao aperfeiçoamento do ambiente regional de negócios, por meio de ações na área de C&T e na promoção da inovação tecnológica.

Por fim, o esquema (Figura 1), quando retrata a atuação conjunta dos diversos atores no SRI, não pretende padronizá-lo, nem tampouco representar um sistema ideal a ser replicado para desenvolver processos inovativos em outra região. Ele constitui uma forma de abstrair as dimensões dos processos inovativos das UF, com o intuito de identificar potencialidades e deficiências organizacionais e/ou institucionais, além da presença ou não de fluxos de conhecimentos dentro e entre os subsistemas, utilizando-se, para isso, dos sinais a serem captados pelos indicadores de CT&I.

O segundo passo metodológico, o de selecionar os indicadores de CT&I para conformar a estrutura

do ICEI (Quadro 1), envolveu amplos esforços, incorporando as recomendações da OECD (2008) e da UNCTAD (2010), além da experiência da Comissão Europeia e as especificidades do sistema estatístico brasileiro e, a partir desses amplos esforços analíticos, definiu-se quatro pilares, dez dimensões e dezesseze indicadores de CT&I, conforme discriminado no Quadro 2.

Se comparada com a estrutura proposta pelo EIS de 2017, a estrutura do ICEI é mais enxuta, mas com uma composição correspondente às características do processo inovativo brasileiro, contudo, é ampla o suficiente para se aproximar da concepção do SRI, por descartar a relação causal restrita entre insumo e resultado e refletir a atuação dos principais atores dos sistemas de inovação e do ambiente econômico e social no qual atuam.

O primeiro pilar corresponde às Condições Estruturais promovidas pelos atores do SRI pertencentes ao primeiro subsistema (Figura 1), refletindo, predominantemente, a infraestrutura de apoio estadual à CT&I, com destaque para a atuação das seguintes instituições públicas: universidades e institutos de pesquisa públicos. Esse pilar é composto pelas duas dimensões Recursos Humanos em C&T e Excelência do Sistema de Pesquisa, cujos indicadores representam os insumos ao sistema inovativo e captam a intensidade com que as UF atuam na geração e difusão de conhecimento no âmbito do SRI. A dimensão Recursos Humanos em C&T está subdividida nos indicadores doutores, mestres e graduados e mensura a capacidade das IES, localizadas nas UF, ofertarem recursos humanos qualificados e disponíveis aos múltiplos atores do SNI. A dimensão Excelência do Sistema de Pesquisa está representada pelo indicador produção de artigos científicos publicados na Web of Science.

O segundo pilar representa os Dispendios em CT&I e abrange os investimentos público e privado destinados ao sistema inovativo, discriminando-os em duas dimensões. A primeira corresponde ao Dispendio público estadual em C&T e mensura os gastos públicos oriundos do orçamento estadual e executados pelas instituições estaduais associadas ao sistema de C&T, discriminando-os em P&D e Atividades Científicas e Técnicas Correlatas (ACTC). Nesses dispendios estão incluídos, por exemplo, os recursos com bolsas de pesquisa de graduação e de pós graduação concedidas pelas fundações de amparo e os investimentos aplicados na manutenção das universidades, dos museus, dos institutos de pesquisa, de pesos e medidas e de estatística. Ressalta-se que essa dimensão capta unicamente os esforços financeiros do orçamento estadual e realizados pelas instituições de C&T presentes em cada UF, não incluindo, portanto, os investimentos oriundos do orçamento federal. Destaca-se que, em virtude de sua natureza pública, essa dimensão também reflete indiretamente as políticas públicas estaduais, as quais definem a magnitude desses valores destinados à C&T, como ocorre com o orçamento destinado à concessão de bolsas de pesquisa pelas fundações de amparo.

A outra dimensão do segundo pilar quantifica o Dispendio empresarial nas Atividades Inovativas, desdobrando-o em P&D interna e em outras atividades inovativas que não P&D interna. Esses dois indicadores revelam os esforços financeiros em inovação realizados pela indústria estadual, que corresponde aos atores presentes no segundo subsistema do SRI. De modo geral, os dois primeiros pilares captam parte da infraestrutura de apoio à CT&I e constituem insumos potencializadores dos fluxos de conhecimento e de capital humano entre os dois subsistemas (Figura 1).

O terceiro pilar representa as Atividades Inovativas realizadas pelos atores presentes nos dois subsistemas, de geração, difusão, exploração e aplicação do conhecimento, refletindo amplamente os esforços e o desempenho desses atores, sobretudo, dos empresariais. A dimensão Inovadores reúne indicadores que captam a capacidade de inovar da estrutura produtiva industrial presente em cada UF, representando a atuação dos atores do segundo subsistema do SRI, por quantificar as empresas que realizam inovações, com ou sem cooperação com outras organizações. Essa dimensão é formada por três indicadores, os dois primeiros captam a taxa de inovação, subdivididos nos tipos de inovação de produto e/ou processo e organizacional e/ou de marketing. O terceiro indicador corresponde à taxa de cooperação, que mensura quanto das empresas inovadoras pesquisadas pela PINTEC realizaram atividades inovativas em cooperação com empresas ou instituições. Sob o olhar do esquema do SRI, denota-se que esses três indicadores revelam os resultados auferidos pela indústria estadual e também revelam as relações sistêmicas entre os atores do primeiro e segundo subsistemas.

Ainda no terceiro pilar, a segunda dimensão mensura a intensidade com que as empresas e instituições efetivam a proteção dos resultados decorrentes de suas atividades inovativas. A dimensão inclui três indicadores de patentes, marca e desenho industrial, que quantificam os registros de alguns dos instrumentos utilizados para proteger a propriedade industrial. Esses indicadores constituem uma *proxy* dos resultados das atividades inovativas realizadas pelos atores do SRI, considerando, assim, aqueles presentes nos dois subsistemas.

Quadro 2 - Os pilares, as dimensões e os indicadores do Indicador Composto Estadual de Inovação

Pilar	Dimensão	Indicador de CT&I		Pilar	Dimensão	Indicador de CT&I			
CONDIÇÕES ESTRUTURAIS	RECURSOS HUMANOS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA	Indicador	Novos Doutores Titulados per capita na faixa de 25 a 49 anos	ATIVIDADES INOVATIVAS	INOVAADORES	Indicador	Taxa de Inovação de Produto e/ou de Processo		
		Numerador	Número de Doutores Titulados			Numerador	Número de empresas que declararam ter introduzido pelo menos uma inovação de produto e de processo no mercado nacional		
		Denominador	População residente entre e incluído 25 e 49 anos			Denominador	Número total de empresas pesquisadas pela Pintec		
		Fonte	Capex (2019) / IBGE (2019b)			Fonte	IBGE (2019d)		
		Indicador	Novos Mestres Titulados na faixa de 20 a 49 anos			Indicador	Taxa de Inovação Organizacional e/ou de Marketing		
		Numerador	Número de Mestres Titulados			Numerador	Número de empresas da indústria que declararam ter introduzido pelo menos uma inovação organizacional e/ou de marketing		
		Denominador	População residente entre e incluído 20 e 49 anos			Denominador	Número total de empresas pesquisadas pela Pintec		
		Fonte	Capex (2019) / IBGE (2019b)			Fonte	IBGE (2019d)		
		Indicador	Novos Graduados Titulados na faixa de 20 a 49 anos			Indicador	Taxa de Cooperação		
		Numerador	Número de Graduados Titulados			Numerador	Número das empresas inovadoras que cooperaram com outras organizações		
		Denominador	População residente entre e incluído 20 e 49 anos			Denominador	Número total de empresas inovadoras		
		Fonte	INEP (2019) / IBGE (2019b)			Fonte	IBGE (2019d)		
	EXCELÊNCIA DO SISTEMA DE PESQUISA	Indicador	Artigos publicados per capita		ATIVOS DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL	Indicador	Patente depositada per capita		
		Numerador	Numero de Artigos publicados na Web of Science			Numerador	Número de Patente depositada		
		Denominador	População residente			Denominador	População residente		
		Fonte	Web of Science (2019) / IBGE (2019b)			Fonte	INPI (2019b) /IBGE (2019b)		
DISPÊNDIOS EM CT&I	DISPÊNDIO PÚBLICO ESTADUAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA	Indicador	Dispêndio público estadual em Pesquisa e Desenvolvimento como proporção da Receita do Estado	OCUPAÇÕES EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO		Indicador	Ocupações em Ciência Tecnologia e Inovação como proporção das ocupações		
		Numerador	Dispêndio estadual em Pesquisa e Desenvolvimento			Numerador	Ocupações de Ciência, Tecnologia e Inovação		
		Denominador	Receita do Estado			Denominador	Ocupações Totais		
		Fonte	MCTI (2019b)			Fonte	ME (2019a)		
		Indicador	Dispêndio público estadual em Atividades Científicas e Técnicas Correlatas como proporção da Receita do Estado			IMPACTOS	EXPORTAÇÕES INTENSIVAS EM TECNOLOGIA E EM CONHECIMENTO	Indicador	Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção das exportações
		Numerador	Dispêndio estadual em Atividades Científicas e Técnicas Correlatas					Numerador	Valor das exportações de bens com intensidade tecnológica alta e média-alta
		Denominador	Receita do Estado					Denominador	Valor total das Exportações de bens
		Fonte	MCTI (2019b)					Fonte	MDIC (2019a)
	DISPÊNDIO EMPRESARIAL EM ATIVIDADES INOVATIVAS	Indicador	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento como proporção da receita líquida de vendas	Indicador				Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção das exportações	
		Numerador	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento	Numerador				Valor das exportação de serviço intensivo em conhecimento	
		Denominador	Receita Líquida de Vendas	Denominador				Valor total das Exportações de serviços	
		Fonte	IBGE (2019d)	Fonte				MDIC (2019b)	
		Indicador	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna como proporção da receita líquida de vendas						
		Numerador	Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades inovativas que não P&D interna						
		Denominador	Receita Líquida de Vendas						
		Fonte	IBGE (2019d)						

Por último, o quarto pilar representa os Impactos das atividades inovativas desenvolvidas pelos diversos atores do SRI de cada UF e também está subdividido em duas dimensões. A primeira corresponde às Ocupações em CT&I e no esquema do SRI (Figura 1) revela como os atores presentes nos dois subsistemas empregam trabalhadores em ocupações que demandam nível elevado de educação formal, como engenheiros e físicos, e/ou capacitações tácitas e específicas. A segunda dimensão refere-se às Exportações intensivas em Tecnologia e em Conhecimento e está formada por dois indicadores que mensuram as exportações de bens e serviços agregados por conteúdo científico e tecnológico. No esquema do SRI, esses indicadores revelam a capacidade da estrutura produtiva estadual (segundo subsistema) de gerar receitas com vendas no comércio internacional.

Como parte ainda do processo de escolha dos Indicadores de CT&I, o terceiro passo (Quadro 1) propõe analisar a necessidade de imputação de dados. Ao invés de imputar, optou-se por fonte de dados regulares e, no caso dos dados especificamente derivados da PINTEC, a indisponibilidade de informações para algumas UF exigiu a aplicação de duas estimativas. Os dados de Mato Grosso do Sul estavam somados com os do DF e para separá-los foi aplicada uma estimativa considerando o valor adicionado pela indústria em 2014 naquele estado. A inexistência de dados para algumas UF, que não compunham critérios para composição da amostra, foi sanada utilizando-se das estimativas regionais determinadas pela PINTEC, levando à necessidade de agrupamento dentro de unidades denominadas Demais Norte (Acre, Amapá, Rondônia, Roraima e Tocantins) e Demais Nordeste (Alagoas, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe).

3.3 Metodologia de cálculo do ICEI e análise estatística da robustez da estrutura de Indicadores de CT&I: aplicação dos passos quatro a dez

A medida que os indicadores e os dados foram sendo mapeados e definidos (passos um a três), cada estrutura resultante foi sendo testada pela aplicação da análise multivariada, que corresponde ao passo quatro proposto pela OECD (2008). O intuito dessa análise foi avaliar o comportamento dos dados e definir pela melhor composição de indicadores de CT&I, considerando ao mesmo tempo a consistência estatística e representativa do fenômeno inovativo nas UF. Os métodos utilizados na análise foram a análise dos componentes principais e a correlação de Spearman e seus resultados demonstraram coerência estatística, diante da boa capacidade de explicação da variabilidade pelos dois componentes, além de grande parte dos indicadores apresentarem correlações positivas, revelando um comportamento direcionador capaz de avaliar o SRI de cada UF. (BENELI, 2019).

Os passos cinco e seis envolveram, respectivamente, a normalização e agregação, procedimentos que resultaram no cálculo do ICEI. Seguindo experiências nacionais e internacionais na construção de indicadores compostos de inovação (ROCHA; FERREIRA, 2004; SANTOS, 2011; COLLET, 2012; CGEE, 2015), optou-se pelo método mínimo e máximo na normalização e pela atribuição de pesos iguais no que se refere à agregação.

Para ilustrar, no caso do Indicador Novos Doutores Titulados per capita na faixa de 25 a 49 anos, as UF pertencentes à Demais Norte e Rio Grande do Sul apresentaram valores, respectivamente, mínimos e máximos de 0,000011 e 0,000413. A partir desses valores, a normalização foi aplicada pelo valor específico no indicador de cada UF subtraído do valor mínimo e depois o resultado foi dividido pela amplitude entre o valor máximo e mínimo. Amazonas, por exemplo, obteve o valor de 0,000052, então, a normalização ocorreu da seguinte forma:

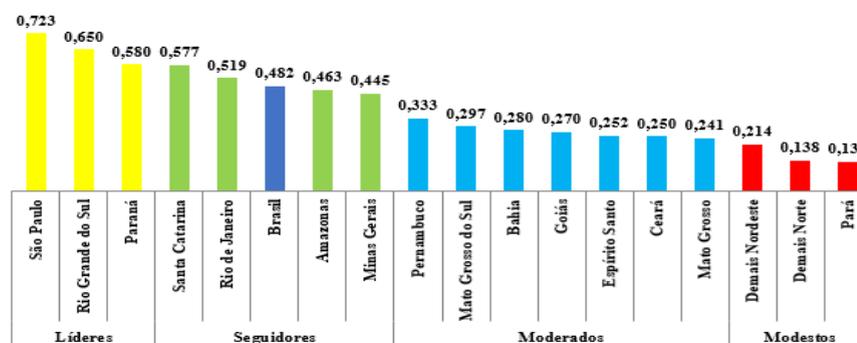
$$\text{Normalização Amazonas} = \frac{\text{Valor Amazonas} - \text{Valor Mínimo}}{\text{Valor Máximo} - \text{Valor Mínimo}} = \frac{0,000052 - 0,000011}{0,000413 - 0,000011} = 0,102$$

No caso de Demais Norte e Rio Grande do Sul, por serem os valores extremos, a normalização resulta em, respectivamente, 0,0 e 1,0. E, assim, a fórmula foi aplicada nas demais UF e em todos os indicadores, levando ao escalonamento dentro desse intervalo. Além das dezessete unidades amostrais, a normalização e o escalonamento foram aplicados para o Brasil, representado pelos valores do país em cada indicador de CT&I, incluindo, no caso, o Distrito Federal. Depois de normalizado os indicadores de CT&I, cada UF obteve um desempenho médio correspondente ao ICEI. Para demonstrar como ocorreram esses dois procedimentos, será apresentado novamente o cálculo do estado de Amazonas. O Quadro 4 apresenta os dados normalizados para todos os indicadores de CT&I, nos quais se aplicou a média aritmética resultando no valor do ICEI do Amazonas, no caso 0,46.

Quadro 4 - Dados normalizados dos Indicadores de CT&I e cálculo do ICEI do Amazonas	
Indicadores de CT&I	Amazonas
Novos Doutores Titulados per capita na faixa de 25 a 49 anos	0,10
Novos Mestres Titulados na faixa de 20 a 49 anos	0,10
Novos Graduados Titulados na faixa de 20 a 49 anos	0,50
Artigos publicados per capita	0,12
Dispêndio estadual em Atividades Científicas e Técnicas Correlatas como proporção da Receita do Estado	0,45
Dispêndio estadual em pesquisa e desenvolvimento como proporção da Receita do Estado	0,11
Dispêndio das empresas inovadoras nas atividades inovativas que não P&D interna como proporção da receita	0,13
Dispêndio das empresas inovadoras na atividade de pesquisa e desenvolvimento interna como proporção da receita	0,86
Taxa de Inovação de Produto e/ou de Processo	1,00
Taxa de Inovação Organizacional e/ou de Marketing	0,66
Taxa de Cooperação	0,97
Patente depositada per capita	0,11
Marca registrada per capita	0,11
Desenho industrial registrado per capita	0,03
Ocupações em Ciência Tecnologia e Inovação como proporção do total de ocupações	1,00
Exportação de bem intensivo em tecnologia como proporção do total exportado	0,86
Exportação de serviço intensivo em conhecimento como proporção do total exportado	0,75
ICEI	0,46

Os dois métodos foram, assim, empregados na estrutura de indicadores de CT&I (Quadro 2), discriminados geograficamente nas catorze UF e nos dois subconjuntos denominados Demais Norte e Demais Nordeste. E, dessa forma, chegou-se ao desempenho médio correspondente ao ICEI, para as UF e para o Brasil, determinando dezoito posições, por ordem decrescente de desempenho do SRI, conforme se apresenta no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Classificação do ICE: 2014



Elaboração Própria. Fonte: Beneli (2019).

Após o cálculo do ICEI e da classificação do desempenho inovativo dos SRI, seguiu-se com a análise de incerteza e de sensibilidade, representando o passo sete (Quadro 1). Para aplicar essa análise, foram criados catorze novos cenários, envolvendo compilações distintas dos Indicadores de CT&I e, em seguida, foram calculados novamente os respectivos indicadores compostos, classificando novamente entre a primeira e a décima oitava posição. Para analisar a proximidade dessas posições com o ICEI, bem como a variabilidade com que ocorriam nos catorze cenários, foram calculadas a mediana e a moda das posições².

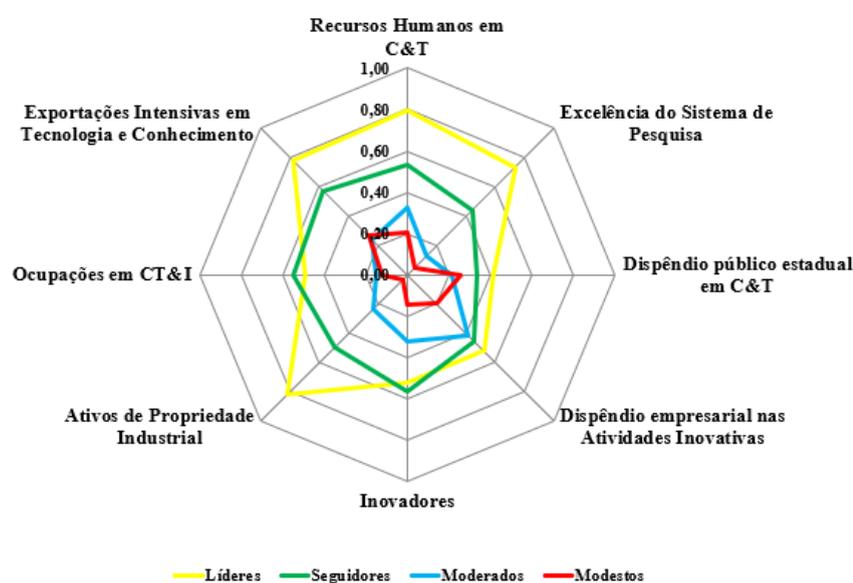
O passo oito envolve a decomposição analítica, ou seja, propõe explorar a metodologia definida para o ICEI e elaborar resultados de forma mais discriminada. A primeira decomposição seguiu a experiência e os critérios propostos pela Comissão Europeia na elaboração do EIS, que consistiu em avaliar o sistema de inovação em grupos: líderes, seguidores, moderados e modestos. Como critério de composição desses grupos, adotou-se como referência a média do Brasil, correspondente a 0,482, e classificou-se o SRI de cada UF da seguinte forma: inovadores líderes compondo valores acima de 20% da média (maior que 0,58), seguidores com valores no intervalo de 120% e 90% da média (0,58 e 0,43),

²Realizou-se também o cálculo da média entre as posições em cada cenário, obtendo classificação parecida, mas não idêntica, àquela do ICEI, com apenas duas UF se distinguindo, sendo elas, Bahia e Mato Grosso.

moderados, valores abaixo de 90% e 50% da média (0,43 e 0,24) e, por fim, os modestos, com desempenho abaixo de 50% da média (menor que 0,24) (Gráfico 1). Note que o Gráfico 1, além de apresentar a classificação, destaca os grupos com cores distintas, como intuito de identificar como as UF estão alocadas entre líderes, seguidores, moderados e modestos. O azul escuro destaca a média para o Brasil.

Reunindo esse conjunto metodológico do ICEI, com os critérios de desempenho por grupos e cores, aplicou-se a segunda forma de composição analítica. O ponto de partida foi reunir as UF por cada grupo de desempenho, em seguida, aplicou-se a agregação por peso igual nos indicadores de CT&I pertencentes a cada uma das dimensões, resultando em médias de desempenho (Gráfico 2). Percebe-se que as UF dos grupos líderes (em amarelo) e seguidores (em verde) apresentaram bom desempenho em todas as dimensões, nas quais obtiveram valores médios entre 0,5 e 0,9. Já as UF do grupo moderados (em azul) apresentaram índices entre 0,1 e 0,4, se destacando na dimensão Dispendio empresarial em que obteve valores próximos aos dos grupos líderes e seguidores, enquanto no grupo dos inovadores modestos obtiveram desempenho aquém, apresentando valores entre 0,03 e 0,27.

Gráfico 2 – Desempenho Médio dos Grupos de Inovadores nas Dimensões do ICEI: 2014

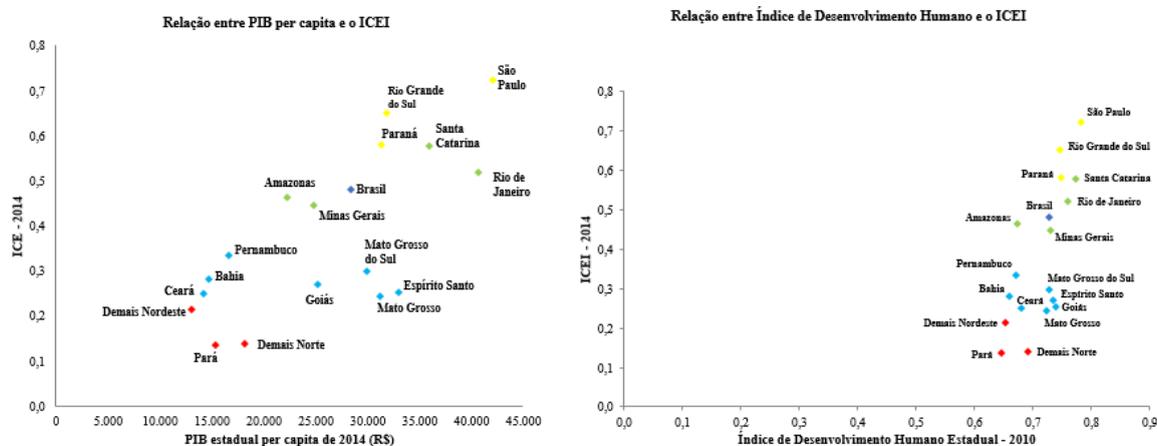


Elaboração Própria. Fonte: Beneli (2019).

O passo nove sugere relacionar o ICEI com outros indicadores. Para aplicá-lo optou-se por correlacionar os valores obtidos no ICEI como PIB per capita e como Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), auferindo valores de 0,7 em cada correlação. Pelo Gráfico 1 percebe-se que as UF mais bem classificadas no ICEI também tendem a apresentar maior PIB per capita e melhor IDH. Analisando as UF pertencentes ao grupo dos inovadores líderes e seguidoras, representados, respectivamente, nas cores amarelo e verde, com exceção de Amazonas e Minas Gerais, as UF obtiveram PIB per capita maior que a média Brasil. No caso do IDH, analisando os mesmos grupos, apenas Amazonas não possui IDH acima do IDH do Brasil. Diante da coerência nessas correlações, é possível ratificar a robustez da metodologia do ICEI que, além de estatisticamente consistente, revelou aderência com outros índices reconhecidos.

Por fim, o passo dez propõe apresentar os resultados obtidos de forma clara e precisa. Esses esforços foram aplicados ao longo dessa subseção, conforme se verifica pelos diferentes tipos de gráficos gerados, na forma de barra, radar e de dispersão, para apresentar o ICEI, seus resultados mais discriminados, além da correlação com o PIB per capita e IDH.

Gráfico 3 – Correlação do ICEI com PIB per capita e IDH



Elaboração Própria. Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (2010) e IBGE (2014).

4. AVALIAÇÃO DO SISTEMA REGIONAL DE INOVAÇÃO BRASILEIRO PELO INDICADOR COMPOSTO ESTADUAL DE INOVAÇÃO

Com a metodologia de construção do ICEI definida, seguiu-se com sua aplicação para avaliar o desempenho das dimensões dos SRI das UF do Brasil. Os dez passos previamente explicados foram igualmente aplicados, mas com única diferença de que a agregação se deu nos indicadores de CT&I que compunham as dimensões definidas no Quadro 2. As duas subseções a seguir detalham melhor esse procedimento, bem como sua aplicação como ferramenta de avaliação.

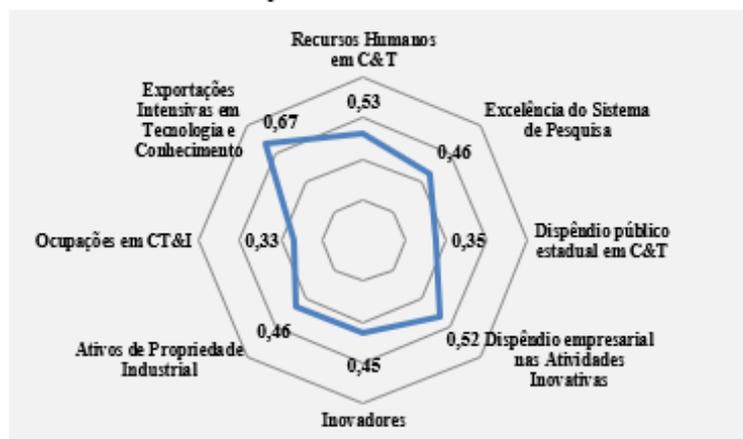
4.1 A interpretação dos Índices do Sistema Regional de Inovação e do Índice do Brasil

Para avaliar de forma mais detalhada o SRI, o passo de agregação se deu de forma distinta. Ao invés de aplicá-lo aos dezessete Indicadores de CT&I, classificando as UF pelos valores obtidos no ICEI, optou-se por agregar subconjuntos de indicadores pertencentes a cada uma das dimensões, quando estas eram formadas por pelo menos dois indicadores. As dimensões formadas por apenas um indicador, a classificação pode ser feita já a partir da normalização, que possibilitou valorar cada indicador entre 0 e 1, bastando denominar o respectivo indicador pela dimensão representativa, como ocorreu em Excelência do Sistema de Pesquisa e Ocupações em CT&I. Já para as demais dimensões, por serem formadas por mais de um indicador, após a normalização de seus indicadores, foi necessário agregá-los por dimensão, seguindo a atribuição de peso igual como realizada no cálculo do ICEI.

O Quadro 5 demonstra os resultados sintetizados para as oito dimensões. Com esses resultados, foi possível avaliar o desempenho das UF e do Brasil, relacionando os valores obtidos entre elas. Assim, naquelas dimensões com um indicador, a UF com valor 0,0 corresponde ao pior desempenho e aquela com 1,0 representa a melhor. Para as dimensões com mais de um indicador, a interpretação do valor é a mesma, porém, o intervalo pode ou não ocorrer entre 0,0 e 1,0, pois cada valor resulta da média aritmética entre aqueles indicadores que a compõem.

Por exemplo, no caso de Excelência do Sistema de Pesquisa, sendo composta por apenas um indicador, só poderia ficar entre 0,0 e 1,0, com as UF de Demais Norte apresentando pior desempenho (0,0) e São Paulo o melhor (1,0). Já em Recursos Humanos em C&T, o estado do Pará ficou com a última posição (décima oitava), pois a média 0,12 resultou do baixo desempenho nos três indicadores dessa dimensão. Por outro lado, Rio Grande do Sul, com média 0,89, liderou obtendo a primeira colocação nos Indicadores Novos Doutores e Novos Mestres, além de desempenho mediano no Indicador Novos Graduados. Interessante constatar que apesar de ser composta por três indicadores, o intervalo na Dimensão Ativos de Propriedade Industrial ficou entre 0,0 e 1,0, já que Pará obteve o pior desempenho nos três indicadores (0,0) e Santa Catarina, por outro lado, esteve melhor em todos (1,0).

Gráfico 4 - Desempenho Mediano do Brasil nas Dimensões do ICEI



Elaboração Própria. Fonte: Beneli (2019).

Quadro 5 - Resultados da Normalização e Agregação nas Dimensões do ICEI

Unidade da Federação	Recursos Humanos em C&T	Excelência do Sistema de Pesquisa	Dispendio público estadual em C&T	Dispendio empresarial nas Atividades Inovativas	Inovadores	Ativos de Propriedade Industrial	Ocupações em C&T	Exportações Intensivas em Tecnologia e Conhecimento
São Paulo	0,77	1,00	0,56	0,64	0,51	0,86	0,46	0,99
Rio Grande do Sul	0,89	0,78	0,27	0,51	0,62	0,76	0,60	0,64
Paraná	0,72	0,43	0,41	0,41	0,44	0,84	0,41	0,70
Santa Catarina	0,66	0,33	0,59	0,44	0,38	1,00	0,47	0,42
Rio de Janeiro	0,72	0,94	0,23	0,47	0,50	0,44	0,37	0,56
Brasil	0,53	0,46	0,35	0,52	0,45	0,46	0,33	0,67
Amazonas	0,23	0,12	0,28	0,50	0,88	0,08	1,00	0,80
Minas Gerais	0,52	0,38	0,25	0,43	0,51	0,46	0,35	0,50
Pernambuco	0,32	0,18	0,16	0,62	0,27	0,16	0,31	0,69
Mato Grosso do Sul	0,40	0,22	0,16	0,30	0,48	0,22	0,01	0,31
Bahia	0,22	0,03	0,48	0,43	0,35	0,10	0,08	0,40
Goiás	0,36	0,10	0,11	0,43	0,44	0,26	0,05	0,08
Espírito Santo	0,40	0,12	0,00	0,45	0,19	0,39	0,21	0,07
Ceará	0,19	0,11	0,32	0,46	0,26	0,33	0,01	0,10
Mato Grosso	0,41	0,14	0,25	0,21	0,30	0,17	0,38	0,00
Demais Nordeste	0,24	0,11	0,30	0,27	0,24	0,06	0,00	0,38
Demais Norte	0,24	0,00	0,20	0,11	0,00	0,03	0,09	0,39
Pará	0,12	0,03	0,27	0,22	0,20	0,00	0,27	0,02

Elaboração própria

Depois de aplicada a classificação a todas as dimensões, foi possível interpretar as posições relativas, da primeira até a décima oitava, das UF e da média do Brasil dentro dos respectivos intervalos, escalonando-as em cada uma das dimensões e nos indicadores que a compõe. Além disso, para se obter uma referência de avaliação dos SRI, foram utilizados os índices de desempenho no âmbito nacional, cujos valores representam o desempenho mediano do âmbito nacional em cada dimensão do ICEI, conforme valores apresentados no Gráfico 4.

Importante destacar que o primeiro critério avaliativo foi se o índice da dimensão de cada UF esteve acima, igual ou abaixo da média resultante do Brasil e depois se buscou entender melhor os desempenhos pelas posições auferidas nos indicadores e nas dimensões. A partir desses resultados, a próxima subseção será dedicada à avaliação dos SRI, seguindo a classificação das UF apresentada no Gráfico 1 e suas categorias, discriminadas nos grupos líderes, seguidoras, moderadas e modestas.

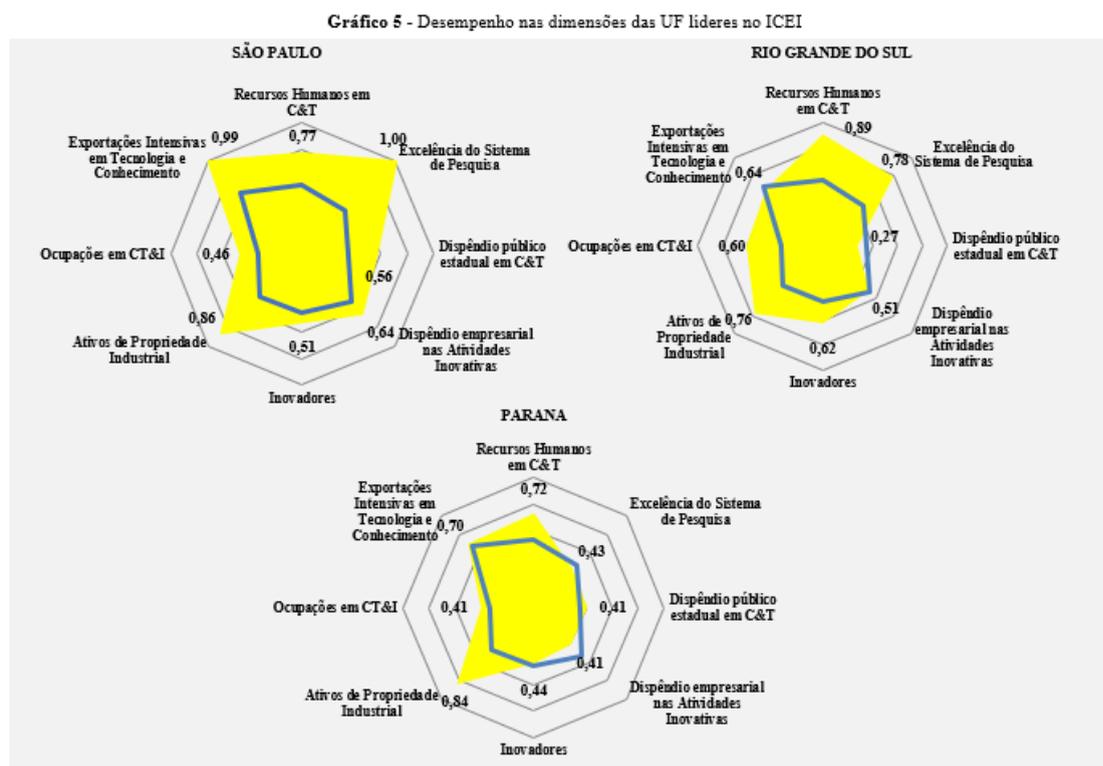
4.2.1 Avaliação do Sistema Regional de Inovação das Unidades Federativas

As UF Líderes se caracterizam pelo índice, em 2014, resultar 20% acima do ICEI do Brasil, compondo na classificação entre a primeira e terceira colocadas, representadas, respectivamente, por São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná. Os SRI dessas UF se mostraram homogêneos, pois a maioria das dimensões apresentou índices acima ou próximos àqueles do Brasil (Gráfico 5).

O SRI de São Paulo apresentou índices acima da média do Brasil nas oito dimensões, foi caracterizado como homogêneo por compor amplamente bons indicadores de insumos, resultados e impactos nas atividades inovativas e por revelar bom desempenho inovativo dos diversos atores presentes nos dois subsistemas, o de geração e difusão do conhecimento e o de exploração e aplicação do

conhecimento.

Compondo o primeiro subsistema, o estado paulista obteve ótimo índice em Recursos Humanos em C&T e o melhor em Excelência do Sistema de Pesquisa, representatividade clara dos institutos de pesquisa estadual e das universidades no fornecimento de recursos humanos de qualidade e na produção científica de alcance internacional. O estado liderou também no indicador Dispendio estadual em P&D, refletindo os significativos esforços financeiros de origem estadual realizados na manutenção das universidades e dos institutos de pesquisa e nos incentivos à pesquisa científica para graduação e pós graduação concedidos pela FAPESP. Mas, por outro lado, apresentou baixo desempenho no indicador Dispendio estadual em Atividades em ACTC (décima sexta posição), revelando a necessidade de ampliação de recursos financeiros na operação, por exemplo, de museus e bibliotecas.



Analisando a atuação dos atores do segundo subsistema, o setor produtivo paulista também obteve ótimo desempenho ao apresentar posições de destaque das empresas industriais inovadoras em Dispendio Empresarial nas Atividades Inovativas e Inovadores, sobretudo, nos indicadores de Dispendio empresarial em P&D interna e na Taxa de Inovação de produto e/ou processo, além da liderança na Dimensão Exportações Intensivas em Tecnologia e em Conhecimento, refletindo competência da estrutura produtiva para se inserir no comércio internacional. No entanto, foi possível também identificar menor desempenho na Dimensão Inovadores em virtude da posição mediana no indicador Taxa de Cooperação que a compõem, apontando para a necessidade de melhor aproveitamento dos investimentos nas atividades inovativas por meio da promoção de relações sistêmicas com seu entorno.

Ao olhar para a atuação dos atores pertencentes aos dois subsistemas, constata-se, pelo ótimo desempenho em Ativos de Propriedade Intelectual, boa capacidade de se apropriar, por mecanismos formais, dos conhecimentos científicos e tecnológicos gerados no estado. Mas no que se refere à Dimensão Ocupações de CT&I (quarta colocação), percebe-se um potencial de ampliação do emprego em ocupações associadas às atividades inovativas, considerando a ampla diversidade produtiva do estado, pois o envolvimento das tarefas produtivas em rotinas de inovação tende a ampliar a produtividade e competitividade das empresas.

O SRI do Rio Grande do Sul também evidencia um sistema homogêneo. Nas Dimensões Recursos Humanos em C&T e Excelência do Sistema de Pesquisa, as boas constatações do estado de São Paulo também são válidas para este caso, com a ressalva de um posicionamento mediano (sexta) no indicador Novos Graduados, revelando o potencial para melhorar a oferta de recursos humanos nesse nível educacional. Já na Dimensão Dispendio Público Estadual em C&T, o índice foi baixo (décima), apontando fragilidade e a necessidade de desenvolver uma governança regional através de políticas estaduais de fomento à C&T, principalmente, nas atividades de P&D. Portanto, o bom desempenho dos atores do

primeiro subsistema na oferta de recursos humanos e produção científica indica boa capacidade na geração e difusão do conhecimento, mas com possibilidades de alavancar mais essas potencialidades por meio da ampliação dos instrumentos de fomento.

Já no segundo subsistema, os índices das dimensões foram superiores aos da média para o Brasil. Em Inovadores, o estado se destacou nos indicadores Taxa de Inovação de Produto e/ou de Processo (terceira) e Taxa de Cooperação (segunda), revelando uma estrutura industrial propensa à inovar e interagir. Esse bom desempenho ocorreu mesmo com o menor destaque (quarta) em Dispêndio Empresarial em Atividades Inovativas, diante do baixo desempenho (nona) no Indicador Dispêndio das empresas inovadoras do setor industrial nas atividades internas de P&D.

No que se refere às dimensões que envolvem a atuação conjunta dos atores de ambos os subsistemas, constata-se forças do estado nas duas dimensões, Ativos de Propriedade Industrial, com ótimos desempenhos (terceiras) em Patente depositada per capita e Desenho industrial registrado per capita, e em Ocupações em CT&I, demonstrando atores com boa capacidade de se apropriar dos conhecimentos gerados e com destaque no emprego de pessoas nas atividades inovativas, o que pode estar associado aos bons resultados na dimensão Inovadores.

O SRI do Paraná foi caracterizado como um sistema homogêneo por se aproximar dos índices auferidos no Brasil, com destaques no desempenho dos atores pertencentes ao primeiro subsistema, principalmente em Recursos Humanos em C&T, com ênfase no indicador Novos Graduados Titulados (primeira), e em Dispêndio Público Estadual em C&T, demonstrando esforços estaduais importantes, sobretudo naqueles direcionados para P&D. Outro destaque se deu na atuação dos atores de ambos os subsistemas na apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, diante do bom índice na Dimensão Ativos de Propriedade Industrial (terceira posição).

A fragilidade do estado pode ser notada nos desempenhos dos atores do segundo subsistema, a estrutura produtiva industrial se revelou pouco propensa a realizar esforços inovativos e, associado a isso, apresentou baixos resultados nas Dimensões Dispêndio Empresarial nas Atividades Inovativas e Atividades Inovativas. Nesse segundo subsistema, o único destaque ocorreu no Indicador Exportação de serviço intensivo em conhecimento (primeira posição). Percebe-se, assim, um SRI com bons índices referentes ao ambiente inovativo, mas com possibilidades de ampliar os desempenhos inovativos da estrutura produtiva, apesar do destaque pontual no âmbito do comércio internacional.

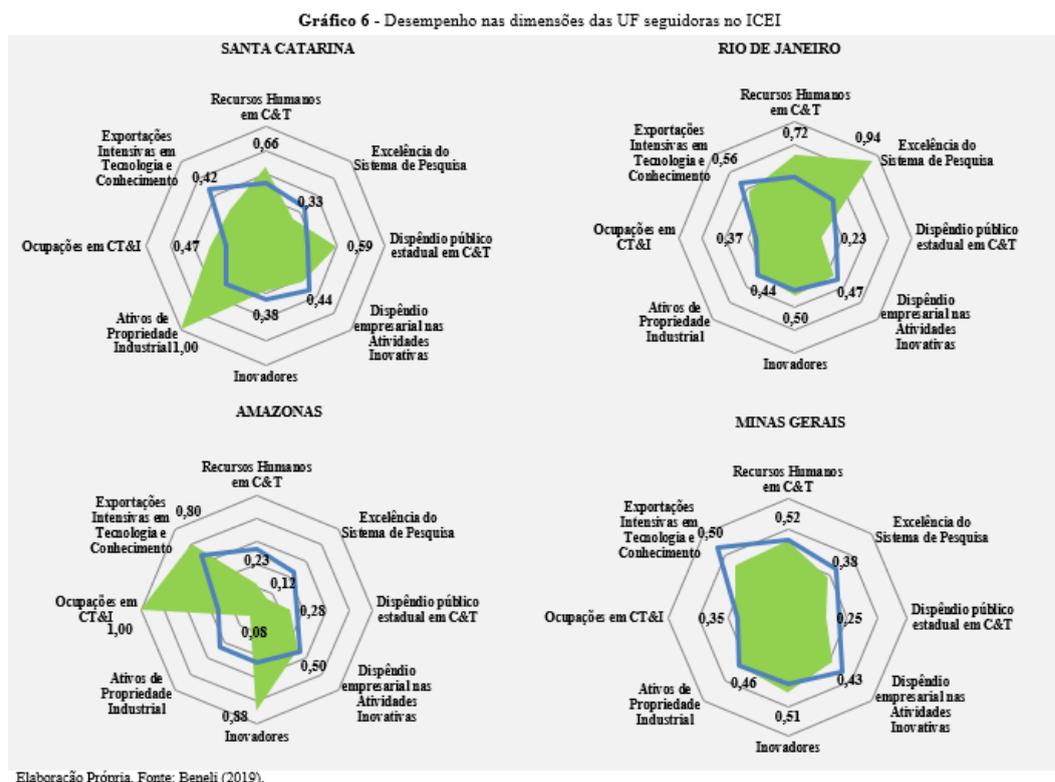
O grupo das UF Seguidoras apresentaram o ICEI entre 120% e 90% do ICEI do Brasil, sendo elas, por ordem de colocação, da quarta à sétima colocada: Santa Catarina, Rio de Janeiro, Amazonas e Minas Gerais (Quadro 6).

O SRI de Santa Catarina apresentou índices próximos ao do Brasil, sendo caracterizado como homogêneo, porém, se constatou variabilidade quando se observa os índices abaixo e acima do Brasil em desempenhos de âmbito do mesmo subsistema. Nos índices associados ao primeiro subsistema, destacaram-se Recursos Humanos em C&T, com a ressalva de Novos Doutores Titulados (sexta posição), e o desempenho mediano em Excelência do Sistema de Pesquisa (sétima), o que reforça a ressalva colocada. Mas houve destaque em Dispêndio Público Estadual em C&T, refletindo uma força do estado, sobretudo, pela proeminência no indicador Dispêndio estadual em ACTC (primeira). Já nos índices envolvendo os atores do segundo subsistema, demonstra fragilidades do sistema inovativo, principalmente, da estrutura industrial, onde em Dispêndio Empresarial em Atividades Inovativas (nona) e em Inovadores (décima) o estado apresentou índices baixos. Em Exportações Intensivas em Tecnologia e Conhecimento o índice ficou muito aquém do Brasil, contrastando nos seus indicadores, com o bom índice em Exportação de bens intensivo em tecnologia (quarta) e o baixo desempenho em Exportação de serviço intensivo em conhecimento (décima terceira).

Interessante notar que nos índices que envolveram todos os atores do sistema, houve destaque no SRI de Santa Catarina. Em Ativos de Propriedade Industrial o estado obteve o melhor índice nos três indicadores que compõem essa dimensão e ótimo desempenho em Ocupações em CT&I (terceira). Percebe-se, assim, fragilidades no setor produtivo mas, ao mesmo tempo, com atuação importante na apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, incluindo os diversos atores do SRI, como as instituições públicas mediadoras que viabilizam a apropriação, além dos agentes que realizam o depósito de patentes e os registros de marcas e desenho industrial, com destaque para as empresas, as universidades e os indivíduos.

O SRI do Rio de Janeiro demonstrou um sistema homogêneo, com índices próximos ao Brasil, e destaques nos índices associados ao primeiro subsistema, caracterizando ótima infraestrutura de pesquisa, pela oferta recursos humanos e produção científica de qualidade, mas com deficiências na formação do nível da graduação. Em Recursos Humanos em C&T, os índices foram ótimos nos Indicadores Novos Doutores e Novos Mestres (segundas), mas com baixo desempenho em Novos Graduados (décima terceira). Também se destacou em Excelência do Sistema de Pesquisa (segunda). Já em Dispêndio público

estadual em C&T há irregularidades, com ótimo índice no Indicador Dispendio estadual em P&D (quarta) e baixo desempenho em Dispendio estadual em ACTC (décima quinta). No âmbito dos atores do segundo subsistema, o desempenho foi mediano, com destaques na Dimensão Inovadores, onde o bom desempenho se deu no indicador Taxa de Inovação Organizacional e/ou de Marketing (segunda). Na dimensão Ativos de Propriedade Industrial o destaque foi Marca registrada per capita (quarta), e em Exportações Intensivas em Tecnologia e Conhecimento o destaque foi serviços (quarta). Em linhas gerais, o SRI fluminense apresenta insumos na forma de recursos humanos, financeiros e de produção científica, mas uma estrutura produtiva com potencial para desenvolver as atividades e resultados inovativos.



O SRI do Amazonas se mostra, dentre as UF pertencentes aos grupos líderes e seguidoras, aquele com desempenho mais irregular entre as dimensões, configurando um sistema heterogêneo. Em três das oito dimensões revelou índices proeminentes, mas nas demais, os valores foram muito baixos ou próximos do Brasil. Os baixos índices ocorreram nas dimensões Recursos Humanos em C&T (décima quinta) em Excelência do Sistema de Pesquisa (décima primeira), revelando fragilidades na atuação dos atores do primeiro subsistema com insuficiências na oferta de recursos humanos e na geração de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Por outro lado, nas dimensões que envolvem os atores do segundo subsistema o desempenho foi muito melhor. Obteve desempenho mediano em Dispendio Empresarial em Atividades Inovativas, se destacando no indicador de Dispendio das empresas inovadoras nas atividades internas de P&D (terceira), em Inovadores revelou sua força, pois apresentou o maior índice, com ótimos desempenhos em todos os indicadores, por fim, em Exportações Intensivas em Tecnologia e em Conhecimento se destacou no Indicador Exportação de bens intensivo em tecnologia (terceira). Nas dimensões que envolvem atores de ambos os subsistemas, constata-se baixo desempenho em Ativos de Propriedade Industrial (décima quinta) e o melhor índice em Ocupações em CT&I. Essa discrepância entre o alto desempenho em Inovadores, Ocupações e Exportações, associado ao desempenho aquém em Ativos de Propriedade Industrial pode estar associado ao fato das empresas de alta tecnologia lá instaladas pouco realizarem procedimentos de apropriação do conhecimento, provavelmente, porque o fazem nas unidades empresariais localizadas em outras UF, limitando sua atuação à realização da produção e à exportação, diante dos estímulos fiscais concedidos regionalmente, sobretudo, aos fluxos de exportação e importação.

Para finalizar o grupo das seguidoras, Minas Gerais demonstra um SRI homogêneo, demonstrando no geral desempenho mediano de todos os atores pertencentes a ambos os subsistemas. Fragilidades se mostraram nos baixos índices nas dimensões Dispendio Público Estadual em C&T e Dispendio Empresarial em Atividades Inovativas, bem como em todos os indicadores que as compõem (entre oitava e décima primeira) revelando a necessidade de ampliar esforços financeiros de natureza pública e privada

no estado. Outro baixo desempenho se deu no indicador Exportação de bens intensivo em tecnologia (décima). O destaque se deu em Inovadores e nos seus indicadores (entre quarta e quinta), demonstrando uma indústria propensa a inovar e a estabelecer relações sistêmicas com seu entorno. Analisando todas as dimensões do SRI de Minas Gerais constata-se uma estrutura produtiva propensa a inovar, mas, seu potencial poderia ser alavancado por maiores esforços financeiros e em recursos humanos desenvolvidos por seus atores nas atividades inovativas.

As UF pertencentes aos grupos moderadas e modestas apresentaram índices predominantemente abaixo da média do Brasil, que os caracterizaram como SRI incompletos. Importante ressaltar que a incompletude não representa a inexistência de elementos do processo inovativo, mas se caracteriza pelo baixo nível de desenvolvimento dos mesmos (Gráficos 7 e 8). A despeito das especificidades estaduais, há diversas deficiências no processo inovativo estadual, associadas às condições estruturais para geração e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos, bem como aos resultados e à realização das atividades inovativas pela indústria e pelos atores envolvidos na apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Contata-se, assim, baixo desempenho inovativo dos atores em ambos os subsistemas.

O grupo das UF Modestas se caracterizam pelos seus ICEI, em 2014, resultar entre 90% e 50% do ICEI do Brasil, compondo na classificação entre oitavo e décimo quarto abrangendo, respectivamente, as UF: Pernambuco, Mato Grosso do Sul, Bahia, Goiás, Espírito Santo, Ceará e Mato Grosso.

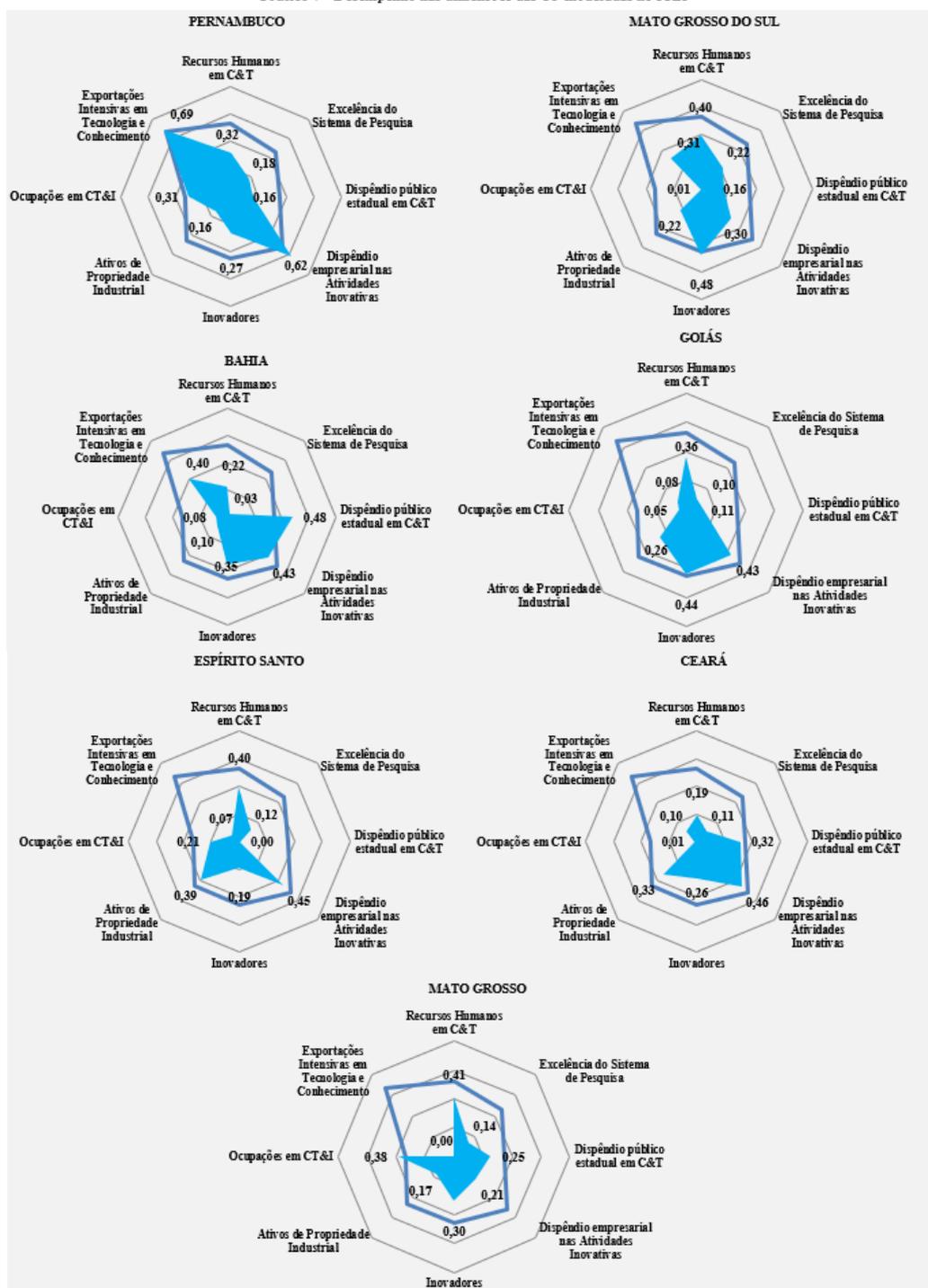
Quanto ao SRI de Pernambuco, constata-se apenas duas dimensões com índices acima da média do Brasil. Em Dispendio Empresarial em Atividades Inovativas obteve a liderança no Indicador Dispendio das empresas inovadoras nas atividades que não P&D interna. No caso de Exportações Intensivas em Tecnologia e em Conhecimento o bom desempenho decorreu do ótimo índice Exportação de bens intensivo em tecnologia (segunda). Os índices na dimensão Inovadores e nos indicadores que a compõem foram baixos, com exceção de um índice mediano em Taxa de Inovação Organizacional e/ou de Marketing (sexta). Percebe-se, no geral, uma estrutura produtiva com ampla escassez de insumos na forma de fluxos de conhecimentos científicos e tecnológicos, além de baixos resultados inovativos, mas com destaques pontuais nos dispêndios empresariais e no fluxo internacional de bens.

No caso do SRI do Mato Grosso do Sul, apenas a dimensão Inovadores obteve índice acima do Brasil, com a liderança em Taxa de Cooperação, porém com baixos índices nos demais indicadores que a compõe (décima sexta). Associados aos atores de ambos os subsistemas, o estado obteve bons índices nos indicadores: Novos mestres titulados (quinta), Artigos per capita (oitava), Dispendio estadual em P&D (quinta), e Dispendio das empresas inovadoras nas atividades inovativas outras que não P&D (terceira). No geral, o SRI também revela escassez conjuntural, além de baixos resultados e impactos inovativos, mas com desempenho mediano, envolvendo atores dos dois subsistemas, no fomento humano e financeiro, além de ótimo desempenho da indústria na promoção de relações de cooperação.

O SRI da Bahia também demonstrou muitas fragilidades, a única dimensão com índice acima do Brasil foi Dispendio público estadual em C&T, apresentando ótimo índice em Dispendio Estadual em ACTC (segunda) e mediano em Dispendio Estadual em P&D (oitava). Outros desempenhos medianos ocorreram em indicadores específicos, como Dispendio das empresas inovadoras nas atividades internas de P&D (sétima), Taxa de Cooperação (sexta) e Exportação de serviço intensivo em conhecimento (sexta). Esses desempenhos medianos revelam bom fomento financeiro realizado pelos atores de ambos os subsistemas e indiretamente via políticas públicas estaduais, além da boa cooperação da indústria com esses atores e do impacto no fluxo internacional de serviços, os baixos índices nas demais dimensões tornam seu sistema inovativo incompleto.

Os SRI seguintes, sendo eles Goiás, Espírito Santo e Ceará, apresentaram índices abaixo da média do Brasil em quase todas as dimensões, com algumas especificidades sendo reveladas por melhores índices em alguns indicadores, sobretudo naqueles associados aos insumos financeiros. No caso do SRI de Goiás, as dimensões Dispendio empresarial em Atividades Inovativas e Inovadores se aproximaram do Brasil, em virtude, respectivamente, do índice mediano em Dispendio das empresas inovadoras nas atividades inovativas outras que não P&D (sétima) e da liderança em Taxa de Inovação Organizacional e/ou de Marketing. Esses desempenhos demonstram que a indústria desenvolveu esforços e resultados inovativos pontuais, mas, ainda, assim, possui escassez conjuntural no seu SRI.

Gráfico 7 - Desempenho nas dimensões das UF moderadas no ICEI



Elaboração Própria. Fonte: Beneli (2019).

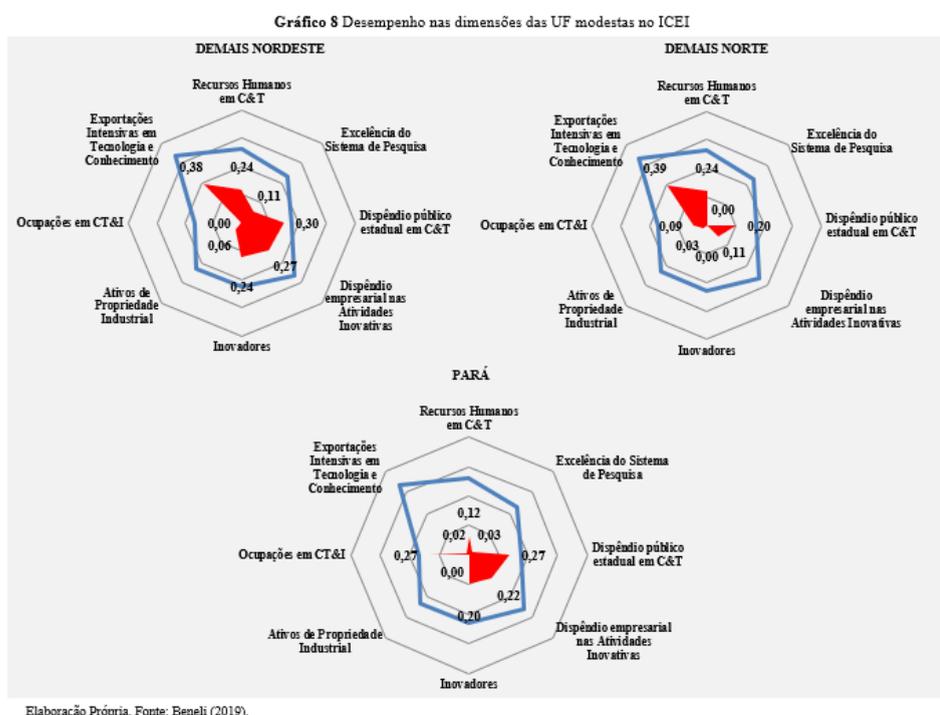
As UF modestas obtiveram o ICEI menor que 50% do ICEI do Brasil, formadas por ordem de classificação por Demais Nordeste, Demais Norte³ e Pará. Como se observa pela análise do Gráfico 7, a incompletude dos SRI é generalizada entre as dimensões, nenhum índice ficou acima da média Brasil. Constata-se, apenas, índices bons e/ou medianos em alguns indicadores que tornam cada SRI único e detentor características próprias.

O SRI da unidade Demais Nordeste apresentou bom índice no Indicador Dispendio estadual em ACTC (terceira), além de índices medianos em Dispendio das empresas inovadoras nas atividades inovativas outras que não P&D interna (sexta), Taxa de Inovação Organizacional e/ou de Marketing (quarta) e Exportação de serviço intensivo em conhecimento (sétima). Constata-se, assim, um sistema inovativo com diversas fragilidades, esforços medianos financeiros dos atores dos dois subsistemas e uma

³ Ressalta-se que os SRI das UF que pertencem às unidades Demais Nordeste e Demais Norte correspondem apenas a uma avaliação média, diante da ausência de dados para elaboração de todos os indicadores de CT&I.

estrutura produtiva com resultados e impactos pontuais.

Nos SRI da unidade Demais Norte, a incompletude é ampla, com desempenhos medianos nos Indicadores Novos Graduados Titulados (quinta) e Exportação de serviço intensivo em conhecimento (sexta), revelando um sistema inovativo insuficiente diante dos baixos índices nos demais indicadores. Por fim, muitas fragilidades caracterizam o SRI do Pará que apresentou apenas índices medianos nos Indicadores Dispendio estadual em ACTC (quarta) e Dispendio das empresas inovadoras nas atividades inovativas outras que não P&D (quarta).



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A longa trajetória empreendida na construção metodológica do ICEI revelou a limitada sistematização dos indicadores de CT&I no Brasil, limitação esta que se intensifica na análise estadual. Nesse sentido, o ICEI representou uma contribuição também quanto à compilação de informações para o espaço estadual, proporcionando uma metodologia replicável em futuros estudos. Mas sua principal contribuição, foi construir uma ferramenta de análise da estrutura de CT&I das UF, que por meio das dimensões distintas dos SRI, categoriza quatro grupos de avaliação do desempenho inovativo, sendo eles líderes, seguidoras, moderadas e modestos.

O ICEI confirma, na área de CT&I, a heterogeneidade estrutural das regiões brasileiras, desequilíbrio já constatado em outras áreas, como a socioeconômica. As dimensões de análise do ICEI permitem avaliar cada ponto da estrutura de CT&I da UF, oferecendo subsídios aos tomadores de decisão na construção de propostas direcionadas a sanar deficiência e aproveitar as potencialidades, assim como buscar o equilíbrio necessário para o desenvolvimento científico e tecnológico do estado, potencializando seu crescimento econômico a médio e longo prazo. Ao revelar as diferenças entre as UF, nas dimensões com desempenho pior, clama por práticas inovativas mais direcionadas às necessidades daquela localidade, contribuindo na alocação dos recursos públicos e privados com vistas, por exemplo, a fomentar recursos humanos mais qualificados, promover a inserção das estruturas produtivas no mercado internacional e desenvolver a infraestrutura de apoio à geração e difusão de conhecimento. Naquelas de melhor desempenho, contribui para avaliação de políticas públicas e respalda a tomada de decisões dos diversos atores presentes nos sistemas de inovação regional e nacional na definição de novas prioridades para o desenvolvimento local.

Partindo do conceito da inovação como um fenômeno multifacetado, a agregação dos dezessete indicadores de CT&I e daqueles que compunham as oito dimensões propiciaram um panorama do SRI de cada UF, revelando forças e fragilidades inerentes a cada sistema, cuja composição lhe confere um caráter único e próprio. E, assim, para cada UF, as análises podem apontar novas trajetórias direcionadas a aperfeiçoar e reforçar cada dimensão do SRI. Fica evidente, portanto, que a metodologia de compilação e de agregação dos Indicadores de CT&I propostas neste artigo contribui para a compreensão das

particularidades de cada SRI, e constitui uma ferramenta importante na formulação e no monitoramento de políticas públicas mais adequadas a cada localidade. Além disso, os indicadores estaduais de CT&I podem ser levantados com maior regularidade, constituindo séries estatísticas que permitam análises comparativas e avaliação da evolução ou mudança estrutural que vierem a sofrer cada um dos SRI, subsidiando pesquisas prospectivas na área da C&T e favorecendo o desenvolvimento da economia brasileira.

Referências

- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL. **Censo Demográfico 2010**. Plataforma de Consulta. Disponível em: <https://atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 13 fev. 2021.
- AUTIO, E. Evaluation of RTD in regional systems of innovation, **European Planning Studies**, [s.l.], pp. 131–140, 1998.
- BALCONI, M.; STEFANO, B.; ORSENIGO, L. In: Defense of the linear model: An essay. **Research Policy**, v. 39, p. 1-13, 2010.
- BENELI, Daniela Scarpa. **O Indicador Composto de Inovação**: proposta metodológica para os estados brasileiros. 2019. 272 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.
- COOKE, P. Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. **Industrial and Corporate Change**, Oxford University Press, v. 10, n. 4, p. 945-974, 2001.
- COLLET, L. **Mensuração das Inovações: construção de um Índice de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICT&I) para os Estados Brasileiros**. 2012. 111f. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- EUROPEAN COMMISSION. Joint Research Centre. **Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards**. 2019b. Disponível em: <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/>. Acesso em: 04 set. 2019.
- CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Descentralização do fomento à ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.
- CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Indicadores de resultado da inovação**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.
- GODIN, B. The Number Makers: Fifty Years of Science and Technology Official Statistics, **Minerva**, p. 375-297, 2002.
- GODIN, B. Measuring Science: Is There Basic Research Without Statistics?, **Social Science Information**, p. 57-90, 2003.
- GODIN, B. [The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework](#), Project on the History and Sociology of STI Statistics, **Working Paper** no. 30, 2005.
- GODIN, B. Science, accounting and statistics: The input–output framework. **Research Policy**, v. 36, n. 9, p. 1388-1403, November 2007.
- GRUPP, H.; MOGEE, M. H. Indicators for national science and technology policy: how robust are composite indicators? **Research Policy**, v. 33, p. 1373-1384, 2004.
- LOPES, M. **Política Científica Regional**: o caso da FAPEMAT no Estado de Mato Grosso. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – UNICAMP, Campinas, 2008.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide**, 2008. Acesso em: 22 jun. 2015. Disponível em: <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/>.
- ROCHA, E. M. P.; FERREIRA, M. A. T. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos estados brasileiros. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 3, p.61-68, 2004.
- 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.
- TÖDTLING, F.; TRIPPL, M. One size fits all? **Research Policy**, [s.l.], v. 34, n. 8, p.1203-1219, out. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2005.01.018>
- 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.