

## **UMA DISCUSSÃO SOBRE O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE INDICADORES COMPOSTOS DE INOVAÇÃO E SEU USO PELOS FORMULADORES DE POLÍTICA**

**DANIELA SCARPA BENELI**

Universidade Estadual de Campinas/Departamento Política Científica e Tecnológica, Brasil  
daniscarpa@ige.unicamp.br

**SILVIA ANGÉLICA D. DE CARVALHO**

Universidade Estadual de Campinas/Departamento Política Científica e Tecnológica, Brasil  
silviadcarvalho@gmail.com

**ANDRÉ TOSI FURTADO**

Universidade Estadual de Campinas/Departamento Política Científica e Tecnológica, Brasil  
furtado@ige.unicamp.br

### **RESUMO**

Os estudos sobre os indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) associam-se à busca pela compreensão da inovação de forma ampla. O processo de construção dos indicadores compostos exige decisões subjetivas relacionadas às escolhas metodológicas e teóricas que os fundamentam. Se por um lado, o processo contribui para a compreensão do fenômeno inovativo ao fomentar a discussão conceitual e capturar aspectos da inovação, por outro, há críticas sobre a natureza arbitrária das decisões relacionadas aos métodos estatísticos utilizados e a capacidade de representar a complexidade da inovação para fundamentar políticas. Assim, o objetivo desse artigo é discutir a construção dos indicadores de CT&I, ressaltando sua relevância como fomentador de discussões, numa abordagem sócio cognitiva. Para isso, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre os prós e contras da construção e da utilização dos indicadores, também foram analisados o Handbook on Constructing Composite Indicators, elaborado pela OCDE, e os relatórios do Innovation Union Scoreboard (IUS) e do Summary Innovation Index (SII). Os três documentos representam um esforço de padronização das técnicas de construção de Scoreboards e do IC, mas apesar dos avanços metodológicos, constata-se a impossibilidade de se mensurar por completo a inovação, constituída, sobretudo, por conhecimentos tácitos. A compilação desses indicadores num único índice aponta grupos de países com baixo desempenho inovativo, pressionando-os a desenvolver políticas de incentivo em determinadas dimensões da inovação. Manuais como o IUS levam os estudiosos de CT&I a avaliar os obstáculos à inovação em cada país, discutindo as concepções teóricas subjacentes e a subjetividade dos métodos estatísticos. Assim, o processo de discussão viabilizado torna-se tão importante quanto a ferramenta de decisão política a que os indicadores se propõem a constituir, e confirma que eles não podem ser a única ferramenta de tomada de decisão sobre questões tão complexas como a inovação.

### **1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA**

Os países possuem trajetórias únicas de crescimento econômico, cujos processos históricos são distintos em relação aos mecanismos de conformação das instituições, dos processos de aprendizagem e da formulação de política públicas. Os elementos que compõem

essas diferentes trajetórias são complexos, mas há consenso acerca da importância da diversidade de instituições e de fontes do aprendizado.

O sucesso da economia baseada no conhecimento está associado à coesão social e à confiança que facilitam a interatividade entre os atores de forma engajada e viabiliza a aprendizagem, através da transferência do conhecimento tácito de um indivíduo para outro, de geração a geração. Assim, além do aprendizado tecnológico, deve ser considerado o aprendizado social, fundamentado na confiança que viabiliza a reprodução e o uso do capital intelectual, bem como no aprendizado político no sentido de construir instituições e estratégias que suportem a construção da competência (LUNDVALL *et al*, 2009).

O crescimento econômico dos países vinculado ao aprendizado tecnológico, social e político coloca a inovação na pauta das discussões políticas e acadêmicas. Criar estratégias políticas adequadas a cada contexto nacional é relevante para compreender a inovação como um fenômeno amplo, sistêmico e onipresente na economia.

A inovação de forma ampla é constituída por duas formas de aprendizado, baseadas na ciência e na experiência. A primeira compõe o modo Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), representado pelas instituições de pesquisa científica e organizações de suporte, no qual se destacam as relações formais de aprendizado. A segunda forma de aprendizado foca na inovação pelo aprendizado interativo entre empresas, estabelecido por meio de diferentes fontes de aprendizado pela experiência, como o *learning by doing, using e interaction* (DUI). (CHAMINADE *et al*, 2009). Essas relações envolvem conhecimento tácito, ocorrem informalmente e são difíceis de quantificar, evidenciadas, por exemplo, na qualidade das relações entre clientes e fornecedores, no nível de confiança na sociedade e nos valores do sistema educacional<sup>1</sup>.

Ao expandir o escopo da inovação, compreende-se de maneira mais ampla o sistema nacional de inovação (SNI), que inclui não apenas os atores tradicionais de CT&I, mas também as instituições, a conjuntura macroeconômica, o quadro regulatório, o sistema financeiro, o sistema educacional, a infraestrutura de comunicação e as condições de mercado (LUNDVALL *et al*, 2009).

Isto porque, o sistema sócio-cultural subjacente ao SNI é essencial para a inovação e para avaliação das capacidades dos países de se adaptar às rápidas mudanças técnicas (OCDE, 1992). Ao longo do tempo, os atores do SNI, bem como seus objetivos evoluem e o portfólio e o desenho de programas públicos precisam acompanhar essas mudanças. Os incentivos públicos a inovação podem gerar resultados distintos dependendo do ambiente tecnológico e institucional em que vigoram, isso justifica a combinação dos programas públicos com as especificidades organizacionais inerentes aos países, para alinhar os objetivos nacionais aos fluxos de conhecimento derivados dos distintos atores de cada região (FREITAS; TUNZELMANN, 2008).

Os estudos sobre indicadores de CT&I estão acompanhando essas discussões teóricas, que envolvem a crescente complexidade do processo de inovação, além da importância das políticas públicas como fomentadora desse processo. O arcabouço teórico que fundamenta a

---

<sup>1</sup> Assim, a inovação é também um fenômeno endógeno ao sistema produtivo, em que as atividades científicas e as mudanças técnicas têm sido realizadas ao mesmo tempo e estão ampliando sua interconexão. Por isso, a capacidade de inovar não deriva de esforços isolados de C&T, pois o aprendizado ocorre na conexão das atividades rotineiras da produção, distribuição e consumo que produzem importantes insumos para o processo de inovação. A experiência de trabalhadores, engenheiros de produção e vendedores influenciam o direcionamento dos esforços de inovação e eles produzem conhecimento e perspicácia formando insumos importantes para o processo de inovação. Quando obstáculos e problemas são identificados na produção, ou no uso do produto, as agendas dos produtores mudam, afetando a direção de seus esforços inovativos. A experiência amplia o conhecimento técnico e provê ideias sobre direções e soluções que deveriam ser tomadas. Tais atividades envolvem *learning-by-doing*, elevando a eficiência das operações de produção, *learning-by-using*, ampliando a eficiência do uso do sistema complexo e o *learning-by- interaction*, envolvendo usuários e produtores, interagindo e resultando em inovações de produto (LUNDVALL, 1992).

construção dos indicadores de CT&I deve estar compatível com fenômenos mais interativos da inovação dando sustentação a um instrumento confiável para os atores do SNI.

As três edições do Manual de Oslo publicadas em 1992, 1997 e 2005 refletem essas discussões. A primeira edição conceituou os tipos de inovação de produto e de processo. As inovações de produto representam mudanças significativas nas potencialidades de produtos e serviços, compreendendo produtos totalmente novos ou melhoramentos importantes para os preexistentes. As inovações de processo constituem transformações importantes nos métodos de produção e de distribuição. Em 1997, o Manual de Oslo expandiu o setor empresarial gerador de inovação, agregando o setor de serviços. A última publicação, em 2005, ampliou o escopo do conceito, incluindo dois novos tipos: inovação mercadológica e a inovação organizacional (OCDE, 2005).

As duas primeiras edições do Manual de Oslo trouxeram uma abordagem da inovação linear e sequencial, vinculada às etapas das pesquisas básicas e aplicada como únicas produtoras de inovações tecnológicas. Essas edições destacaram a P&D como esforço de inovação e as patentes como principal mecanismo de apropriação de seus resultados. Diferentemente, a última edição conceitua a inovação como um processo de aprendizado, segundo o qual a empresa interage com os diversos atores internos e externos, gerando um sistema integrado associando a pesquisa, aos conhecimentos tecnológicos e mercadológicos (FURTADO, 2010).

Assumindo a inovação como um processo de aprendizado interativo entre os atores do SNI, este artigo possui como objetivo discutir a construção dos indicadores de CT&I, considerando-os na forma sistêmica, ou seja, apresentados na forma compilada pelo indicador composto (IC). A análise dos indicadores será realizada a partir de uma abordagem sócio-cognitiva, apresentando-os como fomentador de discussões. A metodologia utilizada é bibliográfica e documental, pois foram analisados artigos científicos, manuais e relatórios. Na pesquisa documental realizou-se a análise do *Handbook on Constructing Composite Indicators*, elaborado pela OCDE, e os relatórios da *Innovation Union Scoreboard (IUS)* e do *Summary Innovation Index (SII)*, que representam importantes referências metodológicas no processo de construção e utilização de indicadores.

O artigo está dividido em 5 seções, incluindo essa introdução e justificativa. Será apresentada a abordagem socio-cognitiva, com o intuito de apresentar o caráter fomentador de discussões dos indicadores de CT&I. Em seguida, serão descritos os avanços de padronização metodológica e a discussão teórica que permeiam a construção desse indicador, destacando suas vantagens e desvantagens. Na seção quatro, será descrita a experiência histórica da União Europeia no levantamento de indicadores de CT&I e na sua compilação pelo SII, inserindo essa iniciativa dentro de um escopo de políticas públicas direcionadas para compreender e incentivar o processo de inovação. O artigo é finalizado com considerações, que apresentam a importância do IC como um processo de construção que envolve aprendizado e destacam o debate teórico derivado dessa construção como ferramenta chave para melhorar a compreensão pelos atores do SNI de um fenômeno multidimensional e complexo como a inovação.

## 2. O PAPEL DOS INDICADORES DE CT&I COMO FERRAMENTA FOMENTADORA DE DISCUSSÕES ENTRE OS ATORES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO

Compreender a inovação como um processo interativo de aprendizado coloca grandes desafios aos estudiosos dos indicadores de CT&I. Esses desafios são maiores quando se avaliam os indicadores numa visão positivista, ao considera-los como dados exatos que fornecem respostas objetivas para questões complexas e dinâmicas como aquelas relacionadas

ao processo de inovação (LEPORI; BARRÉ, FILLIATREAU, 2008). Essa abordagem positivista pressupõe que se os fenômenos podem ser quantificados, então os dados coletados são de boa qualidade e adequados, além disso, ignora os problemas da contextualização dos dados e os apresentam por meio de múltiplas variáveis e de correlações entre elas (ADAM, 2014). A partir dessa abordagem, os indicadores de CT&I são direcionados para mensurar particularidades do sistema de inovação.

A concepção dos indicadores baseada na abordagem sócio-cognitiva da mensuração dos dados pressupõe que a construção dos indicadores envolve valores e interesses dos atores que os criaram. A construção dos indicadores não é arbitrária, seu processo depende da estrutura de referências dos atores que estão inerentes à realidade mensurada. Essa abordagem destaca a existência de critérios para analisar a qualidade e a confiabilidade dos indicadores, relacionados aos aspectos da escolha do referencial teórico, das fontes de coleta de dados e da transparência metodológica. Avalia-se a utilização de um marco teórico bem estruturado e capaz de ser aplicado àquela realidade específica, bem como as possibilidades da coleta de dados, já que os indicadores são viabilizados por tipos de medidas e fontes de dados distintas e passíveis de erros. A transparência na construção dos indicadores se apresenta na descrição clara dos objetivos para os quais foram construídos, além da percepção dos valores dos atores responsáveis pela sua elaboração (LEPORI; REALE, 2012).

Os indicadores precisam ser interpretados considerando o contexto específico no qual está inserido, incluindo limitações de aplicabilidade e erros de mensuração. Os atores ponderam seus resultados a partir de suas referências e metas, divergindo suas interpretações. Dessa forma, os indicadores não se constituem como uma única resposta para a avaliação das políticas, mas se configuram como ferramentas fomentadoras do debate entre os múltiplos atores (LEPORI; REALE, 2012).

Com essa proposta, os indicadores devem prover informações para atingir os vários atores do sistema de inovação, quando captura fenômenos sistêmicos e facilita a compreensão de dados complexos por não especialistas, se configurando como um facilitador de conhecimento para os formuladores de política. Assim, os indicadores devem dar suporte às decisões estratégicas dos atores, entendidos como agentes autônomos, no sentido de fornecer uma coordenação autônoma do sistema através de informações que fomentem o debate coletivo e a compreensão mútua (LEPORI; BARRÉ, FILLIATREAU, 2008). Um fluxo de conhecimento é gerado por grupos de discussão formados por diferentes especialidades, dentre eles: pesquisadores envolvidos ou não na construção dos indicadores e tomadores de decisão inseridos nos sistemas de inovação. Esse fluxo contínuo de discussão pode ampliar o conhecimento e, ainda, transformar os conflitos de opiniões numa situação vantajosa (BELL; MORSE, 2013).

Os indicadores não possuem uma função puramente técnica, mas resultam da relação que se estabelecem quando os diversos atores manifestam seus interesses durante sua construção. A função é mediadora quando reduzem problemas relacionados à sobrepor interesses de alguns atores em detrimento de outros, além de evitarem que a interpretação dos indicadores fundamente-se em hipóteses que não foram necessariamente compartilhadas entre todos os atores (BARRÉ, 2004). A transparência na produção dos indicadores deve deixar explícitos os conceitos, identificando os argumentos de seus representantes considerados durante sua construção.

Segundo Barré (2004), da mesma forma que o conhecimento precisa ser aplicado na sociedade, os indicadores devem ser compreendidos e apropriados pelos atores que estão envolvidos com sua construção, por isso sua relevância depende da:

- Coerência entre a proposta do que se mensura e dos dados que os atores realmente precisam para a tomada de decisão;

- Qualidade do modelo conceitual a partir o qual os parâmetros mensurados serão definidos;
- Existência de debates nos quais os indicadores são interpretados e criticados pelos atores com o intuito de avaliar a situação e a política recomendada.

Quando os indicadores de CT&I são utilizados pelos atores do SNI como canal de comunicação, o envolvimento possibilita a avaliação das trajetórias tecnológicas que configuram a inovação, demonstrando transparência, credibilidade e processos de tomada de decisão aceitáveis, materializando questões da dimensão democrática da CT&I. Nesse modelo, os indicadores CT&I continuam sendo questionáveis, mas adquirem uma função importante na medida em que aproxima atores como organizações de pesquisa e formadores de política pública, e promovem discussões que se manifestam em visões e interesses diferentes. Os indicadores tornam-se um intermediário através do qual os governos avaliam suas políticas e práticas, depois de discutir mudanças diante das interpretações apresentadas (BARRÉ, 2004).

É nesse sentido que os indicadores podem ser ferramentas importantes para tomada de decisão dos atores do sistema da inovação. A OCDE e a Comissão Europeia têm desenvolvido estudos voltados para aperfeiçoar e padronizar as técnicas de mensuração da inovação como um fenômeno amplo. Disponibiliza *scoreboards* de indicadores de CT&I (banco de dados) e de manuais metodológicos para padronizar a construção dos indicadores e possibilitar análises comparativas. No caso da Comissão Europeia, há também esforços na compilação dos indicadores de CT&I num indicador composto (IC), denominado *Summary Innovation Index* (SII), com o objetivo de propor ferramentas de política mais simples e comparativa para os países membros.

### 3. O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO INDICADOR COMPOSTO

Para debater os indicadores de CT&I é fundamental que os manuais metodológicos apresentem com clareza os objetivos da proposta de mensuração, além do rigor e da transparência da metodologia na construção.

Ainda, é importante considerar a forma como o sistema de produção desses indicadores é organizado e regulamentado (LEPORI; BARRÉ, FILLIATREAU, 2008). E, nesse sentido, a OCDE e a Comissão Europeia têm elaborado estudos sobre indicadores de CT&I relevantes e acessíveis que permitem fomentar discussões entre os diferentes atores do sistema de inovação.

Há muitos desafios que envolvem esses estudos, sobretudo quando se trata de questões complexas e multidimensionais como a inovação. Para minimizar tais desafios, OCDE e a Comissão Europeia desenvolveram estudos sobre o IC, resultante da compilação de indicadores individuais em um único índice e considerando um modelo teórico subjacente.

A Comissão Europeia está dividida em vários departamentos e serviços. Dentre os departamentos está o Joint Research Centre (JRC) que presta serviços científicos para os países membros. Dentre esses serviços, criou-se o grupo de pesquisa de indicadores compostos, o *Composite Indicators Research Group* (COIN), que possuía em 2015 60 estatísticas de indicadores compostos, abrangendo vários fenômenos multidimensionais, como a inovação. Em 2008, o JRC-COIN em conjunto com a OCDE publicou um relatório com objetivo de padronizar as metodologias adotadas na construção de IC, denominado *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*.

O objetivo principal do *Handbook* é 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. Ele propõe alguns passos durante o processo de construção, que estão resumidos no Quadro 1.

O *Handbook* coloca que o IC pode apontar a direção das mudanças ao longo do tempo, quando avaliado durante um intervalo regular. Também é útil para identificar tendências e atrair a atenção para determinadas questões, contribuindo no estabelecimento de prioridades a partir do monitoramento comparativo do desempenho dos países. Considerando os passos apresentados no Quadro 1, destaca a necessidade da descrição do modelo teórico que fundamente os fenômenos medidos (passos 1, 4, 5 e 6) e ainda sugere prioridade na transparência do processo de construção (passos 2, 3, 9 e 10), com o intuito de evitar a manipulação e o uso inadequado do indicador. Propõe análises de sensibilidades (passos 7 e 8) dos dados que tornem o IC robusto e menos passível a alterações quando se muda os pesos atribuídos aos indicadores individuais (OCDE, 2008).

O *Handbook* sugere a padronização do método e reúne os argumentos sobre a técnica de agregação dos indicadores individuais no IC. A seguir alguns argumentos apresentados por Saisana e Tarantola (2002), além da OCDE (2008).

Entre os argumentos a favor dos indicadores compostos estão:

- Sintetizam realidades complexas e multidimensionais, fundamentando a tomada de decisões políticas;
- A interpretação é mais fácil, pois vários indicadores individuais se apresentam ao mesmo tempo;
- Auxiliam na avaliação do progresso tecnológico dos países ao longo do tempo;
- Condensam a apresentação dos indicadores sem reduzir a base de informações subjacentes;
- Viabilizam a inserção de muita informação dentro de um índice único;
- Colocam na arena da política discussões a cerca do desempenho e do progresso do país;
- Viabilizam a criação e a sustentação de grupos de discussões;
- Capacitam os usuários a comparar dimensões complexas de maneira efetiva.

Os argumentos desfavoráveis aos indicadores compostos são:

- Possibilidade de enviar mensagens equivocadas ou não robustas aos formuladores de política quando construídos com critérios metodológicos inadequados ou interpretados de forma errada. Análises de sensibilidade podem ser utilizadas para testar o IC;
- Possibilidade de conduzir a conclusões políticas simplificadas. Por isso deve ser utilizado de forma combinada com os indicadores individuais para conduzir tomada de decisões sofisticadas. A construção envolve estágios de julgamento, dentre eles: seleção dos indicadores individuais, escolha do modelo, peso dos indicadores e imputação dos dados. Estes julgamentos devem ser transparentes e baseados em sofisticados princípios estatísticos;
- Pode ser manipulável, por exemplo, para apoiar uma política desejada, se o processo de construção não é transparente e/ou se falta bons princípios estatísticos ou conceituais;
- A seleção dos indicadores individuais e dos pesos que se atribui na agregação podem se tornar objeto de disputa política;
- Se o processo de construção não é transparente, pode ocultar falhas graves em algumas dimensões de análise e ampliar a dificuldade em identificar reparações necessárias;
- Pode conduzir a políticas inapropriadas se dimensões importantes forem ignoradas na análise.

**Quadro 1: Etapas para a Construção do Indicador Composto**

<b>Passos</b>	<b>Justificativa do Procedimento</b>	<b>Descrição de Procedimentos</b>
1:Arcabouço teórico	A estrutura teórica deve fundamentar a seleção e a combinação dos indicadores individuais em um IC que estabeleça uma relação adequada entre os princípios e o objeto que se pretende medir.	Definir claramente o fenômeno multidimensional mensurado. Envolver os atores especializados e os stakeholders. Listar os critérios subjacentes às variáveis, tais como: insumos, resultados ou de processo
2:Seleção dos dados	Os indicadores devem ser selecionados considerando a capacidade de analisar o fenômeno, a possibilidade de ser mensurado, a cobertura geográfica, a relevância do fenômeno que está medindo e como os indicadores individuais se relacionam.	Considerar o uso de variáveis próximas quando os dados são escassos. Avaliar a qualidade dos dados disponíveis. Discutir forças e fraquezas de cada indicador. Construir tabela que resume as características dos dados, como: a disponibilidade (no país e no tempo), fonte, tipo (insumos, resultados ou de processo), estatística descritiva (média, mediana, assimetria, curtose, mínimo, máximo, variância, histograma)
3: Imputação de dados em falta	Considerar as diferentes abordagens para imputação de valores em falta. Examinar os valores extremos e se necessário realizar escalas de ajustamento.	Aplicar intervalo de confiança para cada valor imputado que permita avaliar o impacto da imputação sobre os resultados dos IC. Discutir e tratar os dados anômalos (outliers), evitando pontos de referência não desejados. Realizar escalas de ajustamento se necessário (logaritimização). Retomar o passo 2.
4:A análise multivariada	Análise exploratória deve investigar a estrutura geral dos indicadores. Avaliar adequação do conjunto de dados e explicar as escolhas metodológicas por exemplo da atribuição dos pesos e da agregação.	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	Normalizar para tornar as variáveis (indicadores individuais) comparáveis	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 e distância daquele que obteve o melhor desempenho) que respeite o arcabouço conceitual e as propriedades dos dados
6:Atribuição de peso e agregação	Construir de forma associada à estrutura do arcabouço teórico e conceitual	Discutir a correlação entre os indicadores. Selecionar um método adequado de ponderação (pesos iguais, análise derivada dos pesos dos fatores, opinião de especialistas e análise envoltória de dados) e de agregação (média aritmética, média geométrica, Borda, Copeland) associados ao quadro conceitual e às propriedades dos dados
7:Incerteza e análise de sensibilidade	Considerar estes parâmetros para avaliar a robustez e identificar os pressupostos cruciais para determinar a classificação final. As análises de robustez não devem ser tratadas como um atributo do indicador composto, mas da inferência do que o indicador composto foi chamado a apoiar.	Avaliar se os resultados do IC são excessivamente dominados 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.Relação com outros indicadores	Correlacionar o indicador composto (ou as suas dimensões) com outros indicadores existentes (simples ou compostos) e identificar vínculos através de regressões.	Considerar diferentes metodologias e estruturas conceituais para construção do IC. Identificar fontes de incerteza subjacentes no desenvolvimento do IC e desenvolver scores e rankings com intervalos de confiança diferentes. Descrever as mudanças significativas na sua posição relativa diante das suposições estabelecidas. Realizar análise de sensibilidade para demonstrar as principais fontes de incerteza na determinação dos scores e dos rankings.
9. Decomposição nos indicadores subjacentes	Deve ser realizada para revelar drivers de desempenho	Identificar relações através de regressões. Correlacionar o IC com os fenômenos mensuráveis relevantes e explicar semelhanças ou diferenças. Desenvolver descrições sobre os dados e os resultados. Realizar testes de causalidade (no caso de séries temporais disponíveis)
10.Visualização dos resultados	Atentar-se para a interpretabilidade.	Descrever o perfil do desempenho do país para revelar os pontos fortes e as limitações. Realizar testes de causalidade (no caso de séries temporais disponíveis). 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: OCDE; 2008.

Dentre os principais argumentos desfavoráveis, há críticas sobre a falta de critérios científicos atrelados às escolhas das melhores fontes de dados para os indicadores, métodos de normalização, além da atribuição dos pesos e métodos de agregação. Todavia, quando o IC está bem desenhado, ou seja, está constituído por indicadores estruturados e agregados em busca de aproximar do fenômeno analisado, as escolhas podem ser justificadas e descritas de maneira clara e objetiva, permitindo a avaliação dos impactos dessas escolhas na robustez do índice<sup>2</sup> (GISSELQUIST, 2014).

#### 4. O CASO DA UNIÃO EUROPEIA: *INNOVATION UNION SCOREBOARD*

Há consenso entre os pesquisadores e formuladores de política acerca da importância da inovação para o crescimento econômico, o que tem ampliado o interesse desses atores por técnicas adequadas de mensuração da inovação, por meio da combinação dos indicadores de CT&I com o intuito de sintetizá-los em um único valor numérico, ou seja, o IC de inovação (GRUPP; SCHUBERTA, 2010).

Em março de 2000, a UE estabeleceu um plano de ação conhecido como Estratégia de Lisboa, quando definiu metas para fortalecer a coesão social e transformar as economias dos estados membros mais competitivas e baseadas no conhecimento. As metas deveriam ser cumpridas em dez anos e para acompanhar anualmente o desempenho inovativo dos estados membros, a Comissão Europeia iniciou a publicação do *European Innovation Scoreboard* (EIS). No ano 2000, publicou o piloto do EIS que reuniu dezesseis indicadores que apresentaram um panorama das forças e das fraquezas dos sistemas de inovação de cada estado membro, capturando as seguintes dimensões da inovação: recursos humanos, criação de conhecimento, transmissão e aplicação de novo conhecimento, financiamento da inovação e seus resultados. Em 2001, o EIS adicionou indicadores e passou a combiná-los no IC de inovação, o *Summary Innovation Index* (SII), que classifica cada estado membro em relação à média da UE. O SII não foi compilado no ano 2000 por ser um relatório piloto e no ano 2002 devido à insuficiência de dados. Com exceção desses dois anos, o SII tem sido apresentado anualmente, com o objetivo de criar uma série histórica que permita avaliar se os estados membros estão convergindo no que refere ao desempenho inovativo (EUROPEAN COMMISSION, 2001; EUROPEAN COMMISSION, 2002).

O EIS recebeu muitas críticas sobre os aspectos metodológicos e conceituais que foram reunidas por Hollanders e Cruysen (2008)<sup>3</sup>, de maneira sucinta:

- Falta de um modelo de inovação que justifique a escolha de apenas duas dimensões, os insumos e os resultados da inovação. Estas relações causais poderiam influenciar de forma inadequada as políticas de inovação;
- O uso do indicador composto e do ranking provoca perda de informações importantes para compreender a complexidade do processo de inovação;
- Como muitos indicadores mensuram a inovação de indústrias de alta tecnologia, alguns países podem ter seu desempenho favorecido quando estão especializados nessas indústrias;
- Muitos indicadores por estarem correlacionados podem capturar e mensurar o mesmo aspecto subjacente no processo de inovação;
- A falta de disponibilidade de dados em alguns países pode comprometer a robustez do desempenho comparativo entre os países;

<sup>2</sup> Um procedimento estatístico é robusto quando não é muito sensível a desvios das suposições sobre as quais se baseia (OCDE, 2008).

<sup>3</sup> No anexo 2 do metodológico publicado por Hollanders e Cruysen (2008) consta descrições mais detalhadas sobre todas as críticas levantadas e consideradas pelos autores.

- O EIS pressupõe que quanto mais elevados os dados, melhor o desempenho inovativo do país. Mas o que se verifica é que quando se oferece mais recursos públicos para as empresas inovarem, a inovação no país não se amplia necessariamente. E, ainda, o nível considerado ótimo para cada indicador é distinto em cada país.

Considerando essas críticas o EIS recebeu aperfeiçoamentos<sup>4</sup>, conduzidos de forma conjunta pelo Masstricht Economic and Social Research Training Centre on Innovation and Technology (UNI-MERIT) e pela JRC. Além das críticas, a revisão da metodológica também ponderou os comentários derivados do Workshop “Improving the European Innovation Scoreboard methodology”<sup>5</sup>. E a partir de 2008, o relatório passou a incluir 29 indicadores, agrupados nos três pilares da inovação que passaram a sustentar os demais relatórios, sendo eles: facilitadores, atividades da firma e realizações.

Esses aperfeiçoamentos estavam coerentes com a compreensão da inovação como um fenômeno amplo e sistêmico. Os pilares e as dimensões foram definidos para acomodar a diversidade dos processos de inovação e os distintos modelos de inovação presentes nos países. Entre os anos 2000 e 2008, o número de indicadores e das dimensões da inovação capturadas se ampliaram, pois novas formas de inovar levaram a inclusão de mais indicadores na estrutura do IES, como aqueles relacionados à cooperação entre as empresas. E a escolha dos indicadores buscou capturar as distintas formas de inovar, tecnológica e não-tecnológica, bem como os diferentes setores, manufatureiros e de serviços (HOLLANDERS; CRUYSEN, 2008)<sup>6</sup>.

Dando continuidade ao plano de ação para a inovação, a Comissão Europeia apresentou em 2010 a estratégia denominada *Europe 2020*, estabelecendo novamente metas e iniciativas voltadas para fomentar o crescimento econômico<sup>7</sup> dos países membros. Foram apresentadas cinco metas, dentre elas de que o P&D alcance 3% do PIB, além de sete iniciativas, como a *Innovation Union* direcionada para melhorar a infraestrutura e o acesso ao financiamento para a pesquisa e a inovação.

Para continuar monitorar a implementação das iniciativas da *Innovation Union* e da *Europe 2020*, a Comissão Europeia substituiu em 2010 o EIS pelo *Innovation Union Scoreboard* (IUS). O IUS seguiu a estrutura das dimensões da inovação do IES de 2008 e ao mesmo tempo aplicou revisões, reduzindo de 29 para 25 indicadores. Ambos os relatórios, o IES e IUS mantiveram o objetivo de apresentar indicadores que avaliem o desempenho

<sup>4</sup>Para realizar os aperfeiçoamentos foram considerados os seguintes princípios: Simplicidade: definir um número limitado de indicadores e evitar a manipulação desnecessária dos dados no caso do número excessivo de indicadores; Transparência: de modo que os resultados sejam reproduzíveis, a partir da explicação detalhada da metodologia (como a normalização para calcular os indicadores compostos) e do cálculo do SII; Continuidade: de maneira que os resultados do EIS de 2008 a 2010 sejam comparáveis aos resultados do EIS publicados entre 2000 e 2007.

<sup>5</sup> Esse workshop foi realizado no dia dezesseis de junho de 2008 em Bruxelas, quando quarenta “*stakeholders*” discutiram os desafios para mensurar o desempenho inovativos dos países.

<sup>6</sup>Os autores do IES compreendem a inovação como um fenômeno difícil de mensurar, já que as empresas se utilizam de processos de inovação distintos e são elas que dirigem o progresso tecnológico e os avanços na inovação. Consideram, ainda, os diferentes modelos de inovação. O modelo interativo que apresenta, a partir dos anos 80, as relações entre os usuários e os consumidores moldando o desenvolvimento de novas inovações. E ainda o modelo baseado em inovação aberta, que coloca nos anos 2000, a necessidade crescente das firmas por complementar suas competências internas com fontes de conhecimento externas, seja por meio da compra de licenças, seja por outras formas de colaboração com firmas ou institutos de pesquisa, com os quais desenvolvem novos produtos e processos. Esses modelos revelam a importância das redes formais e informais entre os atores do sistema de inovação, pois aumentam a capacidade de absorver conhecimento externo.

<sup>7</sup> A proposta do *Europe 2020* é propiciar crescimento econômico rápido, fundamentado no conhecimento e na inovação, sustentável, através do uso de recursos ecológicos e competitivos, e inclusivo, fomentando a economia com níveis elevados de emprego.

inovativo dos países membros, destacando as forças e as fraquezas dos sistemas de inovação e de pesquisa.

O modelo subjacente à construção das estatísticas do IUS não considera o modo linear de gerar inovação, ou seja, não compreende o processo inovativo orientado unicamente pela ciência e capturando somente relações formais dos insumos pelas estatísticas de P&D e dos resultados pelo registro de patentes. O IUS busca capturar a natureza multidimensional dos condicionamentos aplicadas à inovação, além dos insumos, procedimentos e resultados relacionados aos sistemas nacionais de inovação e pesquisa (FORAY; HOLLANDERS, 2015).

Segundo Foray e Hollanders (2015), o modelo de inovação subjacente ao IUS considera que os determinantes das capacidades inovativas nacionais são:

- a) conjuntura econômica, tais com financiamento, competição, mercado de trabalho, abertura do comércio internacional;
- b) infraestrutura da ciência e do conhecimento (universidades e organizações de pesquisa pública, transferência de tecnologia);
- c) capacidades das empresas em relação à produção e absorção do conhecimento (intensidade de P&D, cooperação, ambiente inovativo e as especificidades dos clusters);
- d) nível e composição do capital humano.

O IUS publicado em 2014 apresentou vinte e cinco indicadores de CT&I que avaliaram comparativamente o desempenho inovativo dos estados-membros, apresentando sucintamente o perfil individual dos sistemas de inovação e de pesquisa. Os resultados são apresentados por meio de histogramas e gráficos de aranha que permitem visualizar as forças e as fraquezas de cada estado-membro e de comparar os desempenhos entre os estados membros<sup>8</sup>.

A partir dos três pilares<sup>9</sup>, são analisadas oito dimensões da inovação. O primeiro pilar mede os principais fomentadores da inovação externos à firma, os Facilitadores, abrangendo três dimensões da inovação que são habilidade e educação dos recursos humanos, competitividade internacional da pesquisa básica e a disponibilidade de financiamento para a inovação. O segundo pilar, Atividades da Empresa, mensura os esforços da empresa em três dimensões, que são os investimentos em P&D e atividades não relacionadas à P&D, as relações entre as empresas para gerar inovação e empreendedorismo e o patrimônio intelectual. O último pilar é o das Realizações derivadas das atividades de inovação das empresas medidas em duas dimensões, que são os efeitos dos inovadores (sobretudo pequenas e médias empresas) gerando inovação e emprego, além dos efeitos econômicos que mensuram o sucesso econômico da inovação na geração de empregos em atividades intensivas em conhecimento, bem como com o faturamento derivado de transações internacionais com bens, serviços e atividades inovativas. Estes vinte e cinco indicadores são compilados e o SII é apresentado pelo ranking agrupado em quatro grupos de desempenho, que em 2014 foram (EUROPEAN COMMISSION, 2014):

1. Os líderes da inovação, com desempenhos 20% acima da média da União Europeia (UE), são: Dinamarca, Finlândia, Alemanha e a Suécia;

<sup>8</sup> São realizadas também comparações com países líderes quanto ao desempenho inovativo, por exemplo, Japão e Estados Unidos.

<sup>9</sup> Conferir no anexo 1 descrições mais detalhes sobre os indicadores que compõem o IUS.

2. Os seguidores da inovação, com desempenhos em inovação menos do que 20% acima da média e 90% da média da UE são: Áustria, Bélgica, Chipre, Estónia, França, Irlanda, Luxemburgo, Países Baixos, Eslovénia e o Reino Unido;
3. Os Inovadores moderados são inferiores aos da média da EU, entre 90% e 50%, sendo eles: Croácia, República Checa, Grécia, Hungria, Itália, Lituânia, Malta, Polónia, Portugal, Eslováquia e Espanha;
4. Os Inovadores modestos estão abaixo de 50% da média da UE sendo: Bulgária, Letónia e a Roménia.

Mas, segundo Grupp e Schuberta (2010), a definição dos indicadores apresentados pelo IUS e dos pesos atribuídos na compilação do SII não é facilmente dedutível, pois não há sistematização científica na teoria da inovação que sustente de forma objetiva essas decisões. As dificuldades estão nas distintas unidades dos indicadores de CT&I, alguns são apresentados em unidades monetárias, como os gastos em P&D, outros se expressam em quantidades de patentes registradas, artigos citados e pessoas dedicadas às atividades de P&D. Esse perfil multidimensional das unidades exige a necessidade de conversão numa unidade padrão, por meio de técnicas estatísticas de normalização.

Os autores do EIS e do IUS ponderam as críticas e publicam nos relatórios metodológicos os procedimentos estatísticos utilizados para definição dos indicadores e para agregação do SII. Como exemplo, o EIS publicou o metodológico em 2005 e o IUS em 2010. O metodológico de 2005 descreveu os passos de construção do SII com o intuito de avaliar a robustez do índice. Esse metodológico iniciou discussões que foram então condensadas, em 2008, pelo *Handbook* publicado pela Comissão Europeia em conjunto com a OCDE. O metodológico de 2010 reuniu as recomendações do *Handbook* e busca responder as críticas sobre a robustez do índice. Nesse metodológico, os autores do IUS, dentre eles Hollanders, descrevem a que forma utilizada para normalizar os dados é a técnica do máximo-mínimo e para compilar o IC usa o método de agregação linear, com peso igual para os indicadores individuais. Para simular a presença de incerteza no conjunto dos indicadores, o teste de robustez é apresentado no metodológico por meio de cenários alternativos pela aplicação do método de agregação geométrica com pesos que variam dentro do intervalo de 0,25 a 0,40. A partir desses testes, o SII é considerado robusto. (EUROPEAN COMMISSION, 2014). Segundo Foray e Hollanders (2015) a análise da robustez utilizando diferentes pesos em amostras probabilísticas tem demonstrado estabilidade no posicionamento dos países, com poucas variações dos países dentro dos quatro grupos analisados pelo IUS.

Mas o debate que permeia o IUS se mantém e explicações mais detalhadas são colocadas como importantes para manter a confiabilidade do método. Adam (2014) coloca que o relatório deve traçar comentários explicativos detalhados quando há mudanças na seleção dos indicadores e mudanças importantes ocorrem na posição dos países no ranking. Houve, por exemplo, mudanças no indicador do registro de patentes, quando a unidade do denominador foi substituída, em 2010, de milhões de habitantes para PIB em bilhões, com as fontes sendo trocadas, respectivamente, do banco de dados do European Patent Office (EPO) para o PCT. A exclusão e inclusão dos indicadores precisam ser realizadas de forma a acompanhar as necessárias atualizações, sem que a metodologia afete a posição do ranking dos países.

Ainda Foray e Hollanders (2015) colocam que os indicadores precisam ser interpretados com cautela, pois quando são avaliados individualmente nem sempre ser maior é melhor. Nenhum país será beneficiado se todos os cidadãos alcançarem o nível superior ou se os gastos em P&D representarem 50% do PIB. Para a maioria dos indicadores que compõem o IUS, o desempenho pode ser representado numa curva em forma de U, ou seja, ao partir de um nível baixo, se torna relevante ampliar o indicador, mas quando se alcança determinado

nível, sua ampliação conduz a ineficiências. Por exemplo, a alocação de recursos para inovação pode ser ineficiente quando ao identificar o elevado percentual de empresas inovativas se direciona recursos para estas empresas, sendo que nem todas possuem capacidades de inovar. A dificuldade está em capturar o nível ótimo desses indicadores. O ideal seria o país reduzir os incentivos para determinada dimensão da inovação quando o indicador alcançasse seu nível máximo. Um exemplo é a elevada intensidade em P&D na Finlândia e na Suécia. Embora uma parte significativa do PIB desses países seja gasto em P&D, a renda per capita não está dentre as maiores da Europa, o que revela que esse indicador está acima do desejado nesses países (FORAY; HOLLANDERS, 2015).

As vantagens dos indicadores do IUS representadas na possibilidade de sintetizar informações, baseada numa série temporal estável e comparativa, também revelam suas desvantagens, pois há muitos elementos do processo inovativo que não são capturados dentro da estrutura dos indicadores. Assim, a avaliação das forças e fraquezas inovativas deve ser complementada com outros indicadores e enriquecida com dados contextuais e informações que melhor representem a capacidade de inovar de cada país, contribuindo, assim, para realizar previsões sobre seu desempenho inovativo (FORAY; HOLLANDERS, 2015).

Para Adam (2014) o IUS deveria ampliar as descrições sobre o perfil individual dos estados membros, trazendo mais detalhes a cerca das circunstâncias que permeiam o SNI ao apontar os obstáculos que se impõem às suas capacidades. Sugere que o IUS traga mais explicações sobre as diferenças e as similitudes das capacidades inovativas na UE, contextualizando melhor os resultados e inserindo-os de forma mais crítica no relatório. Pois, assim, o IUS sustentaria conclusões mais acuradas e confiáveis pelos tomadores de decisão.

Foray e Hollanders (2015) explicam que, mesmo numa situação ideal de dados confiáveis e consistentes, além de rigor no tratamento estatístico, o IUS ainda assim não poderia representar as especificidades dos sistemas nacionais de inovação e pesquisa. Isso porque, o IUS representa uma estrutura padronizada voltada para ajustar as diversidades dos contextos nacionais, sem registrar as especificidades inerentes a cada país.

O IUS constitui uma ferramenta importante na formulação de políticas de inovação e não deve ser aplicada de forma isolada ou sem considerar outros tipos de indicadores e informações do sistema de inovação em análise (FORAY; HOLLANDERS, 2015).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os esforços iniciais de mensuração da inovação propostos pelos IES e seus avanços pelo IUS, em conjunto com a padronização metodológica do *Handbook*, são importantes ferramentas que canalizam o debate sobre a compreensão conceitual do processo de inovação na UE.

As discussões que permeiam a construção do SII criam um corpo de conhecimento derivado do debate entre os atores do sistema de inovação, dentre eles: os autores dos relatórios, pesquisadores e formuladores de política.

Um exemplo codificado desse conhecimento é o *Handbook*, que sistematiza os passos de construção e confere maior transparência ao método. Além disso, as publicações do EIS e do IUS promoveram debates sobre as técnicas de mensuração que foram ponderadas por seus autores e utilizadas para aperfeiçoar os métodos. Críticas foram incorporadas, conforme se verificou pela alteração dos indicadores, alguns incluídos para capturar novas formas de inovar e outros excluídos por gerarem correlações. O modelo de inovação subjacente ao cálculo do IUS foi se aproximando do modelo de inovação interativo e das realidades dos sistemas de inovação dos estados membros.

E, ainda, essas discussões podem contribuir para estabelecer mais clareza entre os atores sobre definições consideradas arbitrárias, como: as escolhas dos indicadores individuais

que compõem o IC, as formas de normalização e a atribuição de peso no processo de agregação. O IUS representa um trabalho de mensuração em progresso, cujos aperfeiçoamentos são necessários e importantes para compreender o processo de inovação.

Por isso, esse artigo discutiu os indicadores de CT&I a partir de uma abordagem sócio-cognitiva, pois os esforços de compreensão da inovação se inserem no processo de construção do IC de inovação. A busca por mensurar o desempenho inovativo dos países resulta em conhecimentos que compreendem melhor o processo de inovação nos estados-membros. Os indicadores levantados pelo IUS não devem prover respostas objetivas sobre o desempenho inovativo, mas precisam fomentar o debate sobre melhores práticas de política para cada país.

Como resultado dessa pesquisa constata-se o papel do IC de inovação como componente teórico dos esforços de compreensão desse processo. São e devem ser ferramentas importantes para tomada de decisão política, mas não podem ser as únicas. Outras informações socioeconômicas são imprescindíveis diante da complexidade do fenômeno da inovação.

Nesse sentido, as iniciativas da Comissão Europeia são importantes no sentido de buscar elementos científicos que tragam indícios sobre as rápidas mudanças do processo de inovação. A estrutura do SII incluiu aspectos mais dinâmicos da inovação como gastos com atividades não relacionadas à P&D e relações de cooperação das atividades inovativas entre as empresas. A apresentação das oito dimensões da inovação em gráficos de aranha e histogramas comparativos possibilita sintetizar várias dimensões do fenômeno, viabilizando discussões sobre forças e fragilidades do sistema de inovação em cada estado-membro. O *benchmarking* aplicado pelo SII põe em pauta grupos de países com baixo desempenho inovativo, pressionando-os a desenvolver políticas de incentivo voltadas para determinadas dimensões da inovação. E o desenho dessas políticas precisa estar coerente com as especificidades dos sistemas de inovação de cada estado-membro.

Apesar dos avanços metodológicos viabilizados pelo IES/IUS e pelo Handbook, é impossível mensurar por completo a inovação, constituída, sobretudo, por conhecimentos tácitos. E o IUS não pretende mensurar com exatidão o processo de inovação, nem mesmo capturar todas as especificidades históricas de cada SNI. A proposta é construir uma estrutura que capture as diferentes formas de inovar, coloque em discussão as forças e as fraquezas dos estados membros como meio de promover melhores práticas inovativas.

## REFERÊNCIAS

Adam, F (2014), Measuring National Innovation Performance: The Innovation Union Scoreboard Revisited, 2014.

Barré, R. (2004) S&T indicators for policy making in a changing science-society relationship. In: Moed, H. F.; Glanzel, W.; Schmoch, U (2004), Handbook of quantitative science and technology research: the use of publication and patent statistics in studies of S&T system. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Bell, S.;Morse, S. (2013) Toward an understanding of how policy making groups use indicators. Ecological Indicators. 35:13-23.

Chaminade, C., et al. (2009) Designing innovation policies for development: towards a systemic experimentation-based approach. In: Lundvall, A. B., Joseph, K. J., Chaminade, C; Vang, J. (eds.) Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: building domestic capabilities in a global setting. UK: Edward Elgar Publishing Ltd.

European Commission. (2001) European Innovation Scoreboard 2001, Luxemborg.

European Commission. (2002) European Innovation Scoreboard 2002, Luxemborg.

European Commission. (2014) Innovation Union Scoreboard, Luxembourg.

Foray, D. Hollanders, H. (2015) An assessment of the Innovation Union Scoreboard as a tool to analyse national innovation capacities: The case of Switzerland. *Research Evaluation*; 24(2):213-228.

Freitas, I. M. B.; Von Tunzelmann, N. (2008) Mapping public support for innovation: a comparison of policy alignment in the UK and France. *Research Policy*; 37(9):1446-1464.

Furtado, A. (2010) Inovação tecnológica no setor empresarial paulista: uma análise com base nos resultados da Pintec. In: FAPESP – Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de São Paulo. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010. São Paulo: FAPESP, cap. 7.

Gisselquist, R. M. (2014) Developing and evaluating governance indexes: 10 questions. *Policy Studies*; 35(5): 513-531.

Grupp, H; Schuberta, T. (2010) Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance, *Research Policy*; 39: 67–78.

Hollanders, H. Cruysen, A. V. (2008) Rethinking the European Innovation Scoreboard: A New Methodology for 2008-2010, Pro Inno Europe, Inno Metrics.

Lepori B.; Barré, R.; Filliatreau, (2008) G. New perspectives and challenges for the design and production of S&T indicators *Research. Evaluation Research Evaluation*, Oxford University Press; 17(1):33-44.

Lundvall, B. A. (1992) *National Systems of Innovation: towards a theory and interactive learning*. Pinter Publishers: London.

Lundvall, B. A., et al. (2009) Innovation system research and developing countries. In: Lundvall, A. B., Joseph, K.J., Chaminade, C; Vang, J. (eds.) *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries: building domestic capabilities in a global setting*. UK: Edward Elgar Publishing Ltd.

Lepori, B. Reale, E. (2012) S&T indicators as a tool for formative evaluation of research programs. *Evaluation*; 18:451–465.

OCDE (2002). *Frascati Manual. Proposed standard practice for surveys on research and experimental development*. Paris: OECD Publishing.

OCDE (2005) *Oslo Manual. The measurement of scientific and technological activities: guidelines for collecting and interpreting innovation data*. Paris: OECD Publishing.

OCDE (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*, 2008. Disponível em: <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/> Acesso em: 22 jun. 2015.

Saisana, M. Tarantola S. (2002). *State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development*. Report EUR 20408 EN. European Commission–Joint Research Centre, Ispra.

**ANEXO I**

<b>PILAR</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>DEFINIÇÃO DO NUMERADOR</b>	<b>DEFINIÇÃO DE DENOMINADOR</b>	<b>RACIONALIDADE DO INDICADOR</b>
<b>RECURSOS HUMANOS</b>	Novos Doutores entre 25-34 anos por mil habitantes	Novos Doutores	População entre 25 e 34 anos	Mensura o fornecimento de novos pós graduandos em todas as áreas de formação
	<i>FONTE</i>	Eurotast		
	Percentagem da população com idade entre 30 e 34 anos com educação superior completa	Número de pessoas com educação superior	População entre 30 e 34 anos	Apresenta o avanço das habilidades. Como o setor de serviços depende de habilidades distintas, o indicador não se limita a determinado campo da ciência ou da técnica. Foca na idade entre 30 e 34 anos, período em que se percebe as mudanças de política educacional.
	<i>FONTE</i>	Eurotast		
	Percentagem de jovens com idade de 20 a 24 anos que completaram no mínimo a educação secundária	Número de jovens com idade entre 20 e 24 anos que completaram no mínimo a educação secundária	População entre 20 e 24 anos	O indicador mensura o nível de qualificação da população entre 20 e 24 anos inserida no nível de educação formal. Busca quantificar a oferta de capital humano naquela faixa de idade resultante do sistema educacional
<i>FONTE</i>	Eurotast			
<b>FACILITADORES</b>	Co-publicação científica internacional como percentagem do total de publicações científicas do país	Número de publicações científicas com pelo menos um co-autor situado no exterior	Total do número de publicações científicas	As co-publicações internacionais científicas são uma aproximação para a qualidade de pesquisadores de pesquisa científica, pois a colaboração eleva a produtividade científica.
	<i>FONTE</i>	Science Metrix/Scopus		
	Publicações científicas entre 10% das citações mais citadas no mundo como % do total de publicações científicas publicações do país	Número de publicações científicas entre 10% das citações mais citadas no mundo	Número de publicações científicas	Busca capturar a eficiência de pesquisa, já que publicações muitas citadas são de elevada qualidade.
	<i>FONTE</i>	Science Metrix/Scopus		
<b>INTERNACIONALIZAÇÃO E A EXCELÊNCIA DO SISTEMA DE PESQUISA</b>	Doutorados estrangeiros como percentual de doutorados do país	Número de estudantes de doutorado de origem estrangeira	Total de estudantes de doutorado	O total de estudantes de doutorado reflete a mobilidade de estudantes como meio efetivo de difusão do conhecimento.
	<i>FONTE</i>	Eurotast		
	<b>APOIO E FINANCIAMENTO</b>	Gastos públicos em P&D como percentual do PIB	Total dos gastos de P&D no setor governo e no setor de nível superior de ensino	PIB a preços correntes
<i>FONTE</i>		Eurotast		
Venture Capital como percentual o PIB		Investimento em Venture Capital	PIB a preços correntes	A quantidade de venture capital é uma aproximação do dinamismo dos novos negócios criados.
<i>FONTE</i>	Eurotast (European Venture Capital Association)			

<b>PILAR</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>DEFINIÇÃO DO NUMERADOR</b>	<b>DEFINIÇÃO DE DENOMINADOR</b>	<b>RACIONALIDADE DO INDICADOR</b>	
ATIVIDADES DA FIRMA	INVESTIMENTOS DAS FIRMAS	Gastos em P&D no setor de negócios como percentual do PIB	Total dos Gastos em P&D no setor de negócios	PIB a preços correntes	Captura a criação formal de novo conhecimento dentro das firmas.
		<i>FONTE</i>	Eurostat		
	INVESTIMENTOS DAS FIRMAS	Gastos em Inovação (excluindo em P&D), como percentua do faturamento	Total dos Gastos em Inovação, excluindo em P&D dentro e fora das empresas	Total do faturamento de todas as empresas	Inclui investimentos em máquinas e equipamentos, aquisição de patentes e licenças.
		<i>FONTE</i>	Eurostat (Community innovation survey)		
	RELAÇÕES E EMPREENDEDORISMO	Percentual das PME inovadoras	Total das PME com atividades internas de inovação. Firms inovadoras que tem introduzido novos produtos e processos por atividades internas ou em combinação com outras firmas.	Total das PME, sendo ou não inovadoras.	Mensura a intensidade com que as PME tem desenvolvido atividade interna de inovação.
		<i>FONTE</i>	Eurostat (Community innovation survey)		
		PME inovadoras cooperando com outras firmas	Soma das PME com atividades inovadoras em cooperação.	Total das PME, sendo ou não inovadoras.	Mensura o nível que as PME tem desenvolvido atividade de inovação em cooperação.
		<i>FONTE</i>	Eurostat (Community innovation survey)		
	RELAÇÕES E EMPREENDEDORISMO	Publicação com co-autoria público e privada por milhões de habitantes	Número de Publicação com co-autoria público e privada	Total da população	Captura as relações entre público e privado e as atividades de colaboração entre os pesquisadores do setor público e do setor privado resultando em publicações acadêmicas.
		<i>FONTE</i>	CWTS/Thomson Reuters database		
	ATIVOS INTELECTUAIS	Pedidos de Patentes PCT por bilhões PIB	Número de pedidos de patentes no âmbito da PCT	PIB em PPC	A capacidade das firmas em desenvolver novos produtos determina sua vantagem competitiva e um indicador da taxa de inovação de novos produtos é a patente.
		<i>FONTE</i>	OCDE/Eurostat		
		Pedidos de Patentes no âmbito da PCT nos setores desafiadores da sociedade por bilhão do PIB	Número de Pedidos de Patentes no âmbito da PCT nos setores desafiadores da sociedade. Patentes que visam a mitigação da mudança climática e energias renováveis, veículos hídricos e elétricos e eficiência energética na construção. Além de tecnologias relacionadas á saúde.	PIB em PPC	Mensura os pedidos de patentes relacionadas á tecnologia da saúde mitigação da mudança climática, cujas necessidades direcionam-se para o crescimento sustentável.
		<i>FONTE</i>	OCDE/Eurostat		
Marcas Registradas na Comunidade por bilhões de PIB		Número de Marcas Registradas na Comunidade	PIB em PPC	Importante indicador de inovação especialmente para o setor de serviços.	
<i>FONTE</i>		OHIM (Office of Harmonization for the Internal Market)/Eurostat			
ATIVOS INTELECTUAIS	Projetos (Designs) na Comunidade por bilhões de PIB	Número de Projetos na Comunidade	PIB em PPC	Um projeto é a aparência externa de um produto ou parte derivada de linhas, contornos, cores, forma, textura, materiais e/ou ornamentação.	
	<i>FONTE</i>	OHIM (Office of Harmonization for the Internal Market)/Eurostat			

PILAR		INDICADOR	DEFINIÇÃO DO NUMERADOR	DEFINIÇÃO DE DENOMINADOR	RACIONALIDADE DO INDICADOR
RESULTADOS	INOVADORES	Percentual das PME que introduziram inovações de produto ou de processo	Número de PME introduzindo inovações de produto ou de processo para seus mercados	Número total de PME	Inovação tecnológica importante para as atividades manufatureiras.
		FORTE	Eurotast (Community innovation survey)		
		Percentual das PME que realizam marketing ou inovação organizacional	Número de PME introduzindo inovações de mercado ou organizacional para seus mercados	Número total de PME	Mensura o nível que as PME (serviços) inovam através de inovações não tecnológicas. Mudanças significativas na concepção estética ou na embalagem de bem ou serviço, Novos meios ou técnicas para a promoção do produto, Novos métodos para colocação de produtos ou canais de vendas.
		FORTE	Eurotast (Community innovation survey)		
		Elevado crescimento das firmas inovadoras	Número de firmas inovadoras com elevado crescimento	Número total de firmas	Indicador para realizar projeções.
		FORTE	Eurotast (Community innovation survey)		
	EFEITOS ECONÔMICOS	Percentual do emprego em atividades intensivas em conhecimento	Número de pessoas empregadas nas atividades intensivas conhecimento na indústria, dentre elas: extração de petróleo e gás natural, serviços de apoio de Mineração.	Número total de empregados	As atividades intensivas em conhecimento fornecem serviços diretamente para os consumidores, como telecomunicações, bem como insumos para as atividades inovativas das firmas de todos os setores da economia.
		FORTE	Eurotast		
		Percentual das exportações de produtos com média e alta intensidade de tecnologia	Valor das exportações de produtos com média e alta intensidade de tecnologia	Valor total dos produtos exportados, em valor corrente e preços	Mensura a competitividade tecnológica e a habilidade para comercializar os resultados da P&D e da inovação no mercado internacional
		FORTE	UN Comtrade/Eurostat		
		Percentual das exportações de serviços com média e alta intensidade de tecnologia como % dos produtos exportados	Soma dos créditos do Balanço de Pagamentos Classificação Serviços - algumas classificações	Soma dos créditos do Balanço de Pagamentos Classificação Serviços	Mensura a competitividade do setor de serviços intensivo em conhecimento.
		FORTE	Eurotast (Balance of Payments statistics) / UN Service Trade		
		Vendas com inovações para o mercado e para a firma como % do faturamento	Soma do faturamento com o novo produto (ou significativamente melhorado) para a firma ou novo para todas as firmas do mercado.	Total do faturamento de todas as empresas (inovadoras ou não)	Captura o estado da arte da tecnologia (novo para o mercado) e a difusão desta tecnologia (novo para firma)
		FORTE	Eurotast (Community innovation survey)		
Faturamento com Licença e Patente derivado de outros países como % do PIB	Participação das exportações com transações internacionais com royalties e taxas de licenciamento.	PIB	Captura exportação de tecnologias desincorporadas. Comércio de tecnologia, composto por transferência de técnica (patentes, licenças), transferência (venda, licenças, franchising) de projetos e marcas. Assistência técnica, estudos técnicos e de engenharia.		
FORTE	Eurotast				

Fonte: European Commission, 2014.