



## **Proposta de indicadores sistêmicos de inovação para Avaliação do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL**

Eixo 2: Metodologias de avaliação e mensuração de impactos de programas, políticas e ações de CT&I

Tema: Indicadores de avaliação de resultados e impactos dos programas de fomento em CT&I

### **Resumo**

O setor elétrico tem uma importante política pública de indução de inovação através do fomento à pesquisa e desenvolvimento. Trata-se do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que obriga as empresas a investirem em projetos inovadores. No entanto, adotou-se, no Programa, em parte, uma abordagem linear de inovação, o que limita os resultados obtidos pelo Programa. Este artigo aponta a importância da abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação para o Programa de P&D da ANEEL e procura indicar a importância de se definir um conjunto de indicadores de inovação tecnológica, com a finalidade de analisar o processo inovativo das empresas de maneira sistêmica.

**Palavras-chave** – Indicadores sistêmicos. P&D. Setor Elétrico. Inovação.

### **Abstract**

The electrical sector has an important public policy for inducing innovation through the promotion of research and development. The National Electric Energy Agency's (ANEEL) Research and Development Program obliges companies to invest in innovative projects. However, a linear approach to innovation has been adopted in this Program that limits its results. This article seeks to indicate the importance of using the National Innovation System's Framework so that a set of indicators of technological innovation can be defined with the purpose of analyzing the innovative process of companies in a systemic perspective.

**Keywords** – R&D. Electrical sector. Innovation. Innovation Indicators.

## **1. INTRODUÇÃO**

Estudos recentes (Edler e Fagerberg, 2017; Mazzucato e Penna, 2016) demonstram que as atuais políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) têm e deveriam ter tanto a capacidade de coordenar diferentes atores públicos e privados quanto um direcionamento para setores específicos e demandas amplamente conhecidas, com significativa capacidade de fomento à inovação. Os estudos constataam que o mercado sozinho não é capaz de induzir a criação das tecnologias e inovações radicais necessárias às mudanças de paradigmas tecno-econômicos (CGEE, 2017). Desse modo,



a atuação do Estado na dinâmica do desenvolvimento tecnológico, por meio de ações relacionadas ao fomento de P&D em um determinado setor, como o setor elétrico, é fundamental para alavancar as novas tecnologias consideradas fundamentais para induzir eficiência energética e aprimorar serviços do setor elétrico (CGEE, 2017). Ademais, há uma crescente preocupação da população com a sustentabilidade nos sistemas energéticos, o que demandará soluções para esse processo de transição tecnológica do sistema (Raven *et al.*, 2009).

Na década de 1990, na esteira do processo de abertura econômica e de liberalização da economia, o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) passou por uma reestruturação completa. Durante décadas, o Estado esteve à frente de toda a cadeia de fornecimento de energia, por meio de empresas públicas federais, como a Eletrobrás, e empresas estaduais. Ademais, a P&D do setor era basicamente realizada em grandes centros de pesquisas de empresas públicas como o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEP) e as áreas de P&D da Eletrobrás e da COPEL. A partir do processo de privatizações das empresas estatais, nos anos 1990, ocorreu uma desverticalização do setor, devido à entrada de novos atores, isto é, empresas privadas de capital nacional e internacional. Nesse processo, houve uma redução dos investimentos públicos e privados em P&D no setor (Willians, 2001). Além disso, este processo de liberalização do setor elétrico transformou a eletricidade de um serviço público em uma *commodity* tecnicamente homogênea (Jamasb e Pollitt, 2008).

Diante desse quadro, o governo viu a necessidade de estimular uma cultura de inovação para o setor elétrico. Com isso, foi criado o Programa de P&D da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), instituído pela Lei nº 9.991, de 2000 (BRASIL, 2000), que tornou obrigatória a aplicação de recursos em P&D por parte das concessionárias de energia elétrica para investimentos em projetos de inovação que pudessem criar novos equipamentos, estimular a prestação de serviços para a segurança do fornecimento de energia elétrica e diminuir o impacto ambiental do setor e a dependência tecnológica do país (ANEEL, 2017).

No âmbito do Programa de P&D da ANEEL, no entanto, é preciso incorporar uma sinergia entre os projetos inovadores e os instrumentos do Sistema Nacional de Inovação (SNI) para aumentar a eficácia do Programa e para superar a atual primazia de projetos de inovação de cunho incremental, cujo impacto não é expressivo na eficiência



global do sistema e no atendimento às metas estabelecidas pelos planos de energia (CGEE, 2017).

Este artigo tem como objetivos sistematizar a crítica à abordagem linear de inovação. Além disso, o texto procura sinalizar a importância de se definir um conjunto de indicadores para a avaliação do Programa de P&D da ANEEL relacionados à inovação tecnológica, aprendizagem tecnológica, à cooperação e ao desempenho tecnológico no SEB, que permitam analisar o desempenho inovativo da empresa de forma mais abrangente. Assim, pode-se compreender através da incorporação de novos elementos na análise em que medida o Programa de P&D da ANEEL está colaborando para o desenvolvimento de inovações tecnológicas no SEB.

O artigo está dividido em quatro seções, além desta introdução. Na seção 2 será discutida a visão linear de inovação e serão apresentados os principais conceitos da visão sistêmica de inovação. Na seção 3, serão examinadas as principais características do Programa de P&D da ANEEL, além de ser analisada a visão da ANEEL sobre inovação. Na seção 4, serão apresentados os principais indicadores tradicionais de inovação e será feita uma discussão inicial sobre possíveis indicadores de inovação baseados na visão sistêmica de inovação para o SEB. A seção 5 irá trazer as considerações finais do estudo.

## **2. VISÃO LINEAR DE INOVAÇÃO E A NECESSIDADE DE UMA ABORDAGEM SISTÊMICA**

### **2.1 A VISÃO LINEAR DE INOVAÇÃO**

Coriat e Weinsten (2002) afirmam que tanto a ciência e tecnologia quanto as suas relações ocorrem como atividades institucionalizadas, isto é, ocorrem em sistemas duradouros de regras e convenções sociais. A separação entre ciência e tecnologia é consequência de um processo histórico derivado da divisão do trabalho e envolve arranjos institucionais específicos (Thielmann e La Rovere, 2016). Enquanto as universidades e os centros de pesquisa desenvolvem o conhecimento básico, as empresas industriais, que têm pesquisa e desenvolvimento, adquirem capacidades para a absorção do conhecimento externo produzido nas universidades e centros de pesquisa (Coriat e Weinsten, 2002).



Nelson (1992), por sua vez, afirma que a tecnologia corresponde a um *design* ou prática específica que um conhecimento genérico proporciona para o entendimento de como ou por qual motivo as coisas funcionam. A ciência propõe um retorno à ação concreta tendo como base um conjunto de instrumentos intelectuais, lógicos e descritivos resultante da decomposição e da sistematização.

Desse modo, o desenvolvimento de tecnologias tem desempenhado uma função de agente catalisador na formulação da agenda da ciência. Assim sendo, a agenda de políticas públicas para apoio à ciência e à tecnologia precisa estar relacionada às necessidades tecnológicas induzidas pela produção (Thielmann e La Rovere, 2016).

Vannevar Bush, diretor do *U.S. Office of Scientific Research and Development* durante a Segunda Guerra Mundial e um dos criadores da *National Science Foundation* – agência norte-americana de fomento à pesquisa - produziu, em 1945, um relatório chamado *Science, the Endless Frontier*, com a finalidade de convencer o governo americano manter o financiamento para a realização de pesquisa básica (Stokes, 2005). Nesse relatório, caracteriza-se o processo de produção de conhecimento de maneira linear, ou seja, fruto de uma sequência de etapas sucessivas, sendo elas: pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e produção e operações. Via-se, assim, a passagem e transformação de progresso científico para utilizações práticas através de um fluxo dinâmico que vai da pesquisa básica à comercialização.

Segundo o modelo linear de inovação, uma política tecnológica deveria servir para canalizar investimentos maciços em pesquisa básica e aplicada. De acordo com essa abordagem, as invenções – realizadas em departamentos de P&D ou áreas específicas dentro da empresa – passam, por fluxo contínuo e dinâmico, pelas demais etapas da cadeia do processo de inovação até se tornarem produtos no mercado. Desse modo, seguindo os preceitos da abordagem linear, seria necessária apenas a resolução de falhas de mercados para que o fluxo contínuo entre produção científica até a conversão em tecnologias se concretizasse.

## 2.2 A VISÃO SISTÊMICA DE INOVAÇÃO

A visão linear de inovação tem uma série de falhas. Para Metcalfe (2003), a primeira falha da visão linear decorre do fato dela cobrir apenas uma parte das atividades envolvidas no processo de inovação. A criação de conhecimento e de riqueza depende de instituições não necessariamente científicas que não desenvolvem atividades

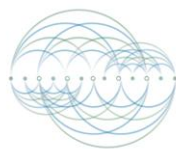


de produção de pesquisa básica. A segunda falha da abordagem linear decorre do fato de que há distinção entre os atributos de ciência e tecnologia. Enquanto o modelo linear considera os avanços da ciência como determinando integralmente o desenvolvimento da tecnologia, observa-se que na prática ciência e tecnologia podem ter propósitos diferentes, conforme exposto por Stokes (2005).

A visão sistêmica de inovação, que se contrapõe à abordagem linear, é mais ampla, envolvendo criações de novos espaços econômicos, isto é, novos produtos e processos, novas formas de produção, novas fontes de matérias-primas e novos mercados. Para essa visão, o processo de inovação é caracterizado pela cumulatividade da atividade de inovação. A probabilidade de serem realizados avanços tecnológicos nas empresas, nas organizações e nos países constitui uma função dos níveis tecnológicos já alcançados por eles.

Pela abordagem sistêmica, o processo de inovação se caracteriza pela constante interação entre os usuários e os produtores das inovações. A relação entre usuários e produtores deve estar pautada em aspectos de confiança mútua e na inserção de códigos de comportamentos; situação na qual os atores envolvidos se beneficiam desse processo. As interações entre produtores e usuários, além da existência de qualificações no entorno, são elementos essenciais no processo de desenvolvimento de uma nova tecnologia (Cassiolo e Podcameni, 2016). O processo inovativo é, portanto, resultado de aprendizagem coletiva, a partir de vínculos dentro da empresa e entre a empresa e outras organizações (Lundvall, 1985). O aprendizado tem importância, portanto, tanto dentro da empresa – relacionado às principais funções da empresa, como P&D – quanto fora da empresa – fruto da interação e cooperação com outros agentes (Lundvall, 1992).

A abordagem de Sistemas de Inovação (SI) (ver Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1995) incorpora o conjunto de instituições que tanto contribuem quanto afetam o desenvolvimento da capacidade de aprendizado, de uso e de criação de competências (Freeman, 1987). Esta abordagem, portanto, enfatiza a interação das instituições e os processos interativos para criar, compartilhar, difundir e aplicar conhecimento. As interações são fundamentais para produzir, gerar e acumular conhecimento para promover competitividade por meio de mudanças tecnológicas e inovações (Lundvall e Johnson, 1994). O aprendizado tem importância tanto dentro da empresa – relacionado às principais funções da empresa, como P&D – quanto fora da empresa – fruto da



interação e cooperação com outros agentes (Lundvall, 1992). Além disso, Von Hippel e Tyre (1995) reforçaram a importância de mecanismos de aprendizagem como *learning by doing* para o processo de acúmulo de conhecimento e para auxiliar na resolução de problemas. Devido à crescente sofisticação e complexidade das inovações, cada vez mais as inovações são resultado de processos de colaboração e produção através de uma rede de atores que pode envolver empresas consolidadas, *startups*, universidades, instituições de pesquisa, organizações governamentais e organizações da sociedade civil.

O foco em conhecimento, interatividade e aprendizado constituem a base do conceito de sistemas de inovação. Deste modo, políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação precisam incluir, além dos esforços tradicionais de fomento à pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, o apoio a habilidades gerenciais e geração de conhecimento organizacional, econômico e administrativo (Thielmann e La Rovere, 2016).

A agenda de políticas sistêmicas de fomento à inovação avança no sentido de criticar as políticas baseadas no modelo linear de inovação, como o Programa de P&D da ANEEL. Mazzucato e Semieniuk (2017), por exemplo, criticam os argumentos relacionados à perspectiva de falhas de mercados como únicos instrumentos para fomento à agenda de CT&I, clamando por uma visão mais sistêmica da inovação que englobe as dimensões de aprendizado e construção de capacidades inovadoras.

A perspectiva trazida pelo conceito de SI de que “todas as partes e aspectos da estrutura econômica e do arcabouço institucional afetam os processos de aprendizagem, bem como a busca e exploração de inovações” (Lundvall, 1992) tem implicações diretas nos instrumentos de política recomendados para estimular o desenvolvimento, inclusive em programas tais como o Programa de P&D da ANEEL.

### **3. O PROGRAMA DE P&D DA ANEEL E A VISÃO DE INOVAÇÃO DA ANEEL**

#### **3.1 O PROGRAMA DE P&D DA ANEEL**

O objetivo do Programa de P&D da ANEEL é alocar adequadamente os recursos humanos e financeiros em projetos que demonstrem originalidade, aplicabilidade,



relevância e viabilidade econômica de produtos e serviços nos processos e usos finais de energia (ANEEL, 2017). A ANEEL é o ator central do programa, pois é responsável por analisar os relatórios e informações referentes aos projetos das empresas – obrigadas a investir em P&D –, nos quais há informações importantes sobre o grau de inovação ou avanço tecnológico pretendido. A gestão do Programa de P&D da ANEEL é feita por meio de um sistema de autenticação e carregamento de formulários e relatórios.

Os percentuais de investimentos obrigatórios que as empresas precisam destinar ao Programa de P&D da ANEEL foram variando ao longo dos anos, devido às alterações na legislação, e são definidos no Manual de P&D, que dispõe sobre as diretrizes do Programa. O Manual regulamenta os principais aspectos dos projetos de P&D, como os procedimentos para confecção dos projetos, forma de submissão junto à agência e aprovação, contabilização de gastos, acompanhamento da execução e fiscalização e áreas autorizadas para investimentos.

Quanto aos percentuais estipulados no Manual de P&D, no segmento de geração e de transmissão, as empresas devem investir 1% da Receita Operacional Líquida (ROL) no Programa de P&D, enquanto que no segmento de distribuição as empresas devem investir 0,75% da ROL em projetos de P&D. Nos segmentos de transmissão e de geração, os recursos das empresas são administrados pelos seguintes órgãos: ANEEL (40%), Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) (40%) e Ministério de Minas e Energia (MME) (20%). Isto é, nos segmentos de geração e de transmissão, as empresas deverão gerir e alocar recursos na ordem de 0,4% da ROL para projetos inovadores, enquanto que no segmento de distribuição esse percentual é de 0,3% da ROL (ANEEL, 2012).

O Programa de P&D da ANEEL constitui o maior programa de fomento à inovação no setor elétrico, tendo mobilizado 8 bilhões de reais em 4.400 projetos desde o início de sua implementação (ANEEL, 2017). Este Programa já foi objeto de análise de estudos do IPEA (2011) e do CGEE (2015). Algumas propostas de aprimoramento dessas análises foram levadas em consideração para aprimorar o Programa, mas a agência ainda mantém uma visão linear sobre o processo de inovação.

### 3.2 A VISÃO DE INOVAÇÃO DA ANEEL

Pela visão linear de inovação, o esforço do Estado deve ser deslocado para o lado da oferta, estimulando o avanço científico nas universidades e nos laboratórios



públicos, ofertando mão-de-obra qualificada e provendo suporte financeiro para grandes programas de P&D em empresas, como o Programa de P&D da ANEEL. A ANEEL afirma que busca incentivar “iniciativas que disponham de escala apropriada para desenvolver conhecimento e transformar ideias, experimentos laboratoriais bem-sucedidos e qualidade de modelos matemáticos em resultados práticos” (ANEEL, 2012).

A visão linear que a ANEEL tem sobre o Programa de P&D afeta a avaliação dos projetos. O Programa tem gerado majoritariamente inovações com baixa intensidade tecnológica – inovações incrementais - de pouco impacto para o setor, para as empresas e para o consumidor final (IPEA, 2011; CGEE, 2015). Parte disso se deve ao sistema de avaliação de projetos da ANEEL. A agência considera quatro indicadores para avaliação inicial e final dos projetos: originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade de custos (ANEEL, 2012). É possível afirmar que esses critérios são muito restritivos para tangenciar o processo inovativo das empresas e para dar um direcionamento para estratégias de inovação no SEB, pois não levam em consideração diversos processos, como acumulação de conhecimento e interações entre atores, que são valorizados pela abordagem sistêmica de inovação.

## **4. INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DE INOVAÇÃO**

### **4.1 INDICADORES TRADICIONAIS DE INOVAÇÃO**

Indicadores são necessários para aferir se uma política pública está atingindo seus objetivos. Os indicadores permitem elaborar e avaliar políticas, programas e projetos e, assim, acompanhar o desempenho, resultados, efeitos e impactos de tais políticas (Lins, 2003). Durante décadas, os indicadores de inovação tradicionais contemplavam dimensões de *input*, como gastos em P&D. Durante os anos 1980 e 1990, abordagens evolucionárias se tornaram populares na agenda de pesquisa da Economia e das Ciências Sociais. O aumento do interesse no estudo do processo de inovação e da mudança tecnológica, contudo, não foi acompanhado pela disseminação de dados estatísticos adequados. Tem havido, no entanto, esforços em diversos países para estender a série de dados pra além de atividades de P&D, como dados sobre investimentos intangíveis, como *softwares*, *design* e *marketing*. (Kleinknecht, 2000). Pesquisas como o *Community Innovation Survey* (CIS), elaborado para países da União





Europeia, e a Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), para o Brasil, são casos de iniciativas que buscam explorar o conhecimento relacionado aos aspectos microeconômicos das inovações tecnológicas.

Os indicadores tradicionais de inovação são basicamente indicadores de *input*, de *output* ou de impacto. Nas análises tradicionais sobre processos de inovação, geralmente há pelo menos um dos três indicadores citados. Primeiro, uma mensuração de *input* do processo de inovação, que mede gastos com P&D. Depois, uma mensuração de produção intermediária, como, por exemplo, o número de invenções patenteadas. Finalmente, uma mensuração direta de produção, como o impacto de certo de número de inovações comercializadas (Lins, 2003).

Kelinknecht (2000) destacou forças e fraquezas destes três indicadores de inovação tradicionais: P&D, patentes e vendas de produtos inovativos. Com relação ao primeiro, os pontos positivos desse indicador se devem ao fato de que dados de P&D têm sido coletados há décadas, o que possibilita uma análise detalhada. Além disso, a partir desses dados, é possível realizar uma subdivisão de P&D por produto versus esforços de processos. Essa subdivisão é importante para a análise empírica do impacto da inovação sobre o desempenho da empresa, pois esforços de inovação de produtos e de outros processos são cruciais para o crescimento da empresa e para geração de empregos (Kelinknecht, 2000).

As fraquezas, no entanto, se devem ao fato de que o indicador de P&D é só o *input* do processo de inovação. Além disso, P&D é apenas um dos vários *inputs*. Outros *inputs* incluem: *design* de produto, produção experimental, análise de mercado, treinamentos de funcionários, ou investimento em ativos fixos relacionados à inovação de produtos. Há uma série de estudos que confirmam que os dados de P&D tendem a subestimar a inovação em serviços, pois a metodologia da OCDE está enviesada para capturar inovação em indústrias manufaturadas mais do que inovação de serviços. Outro problema com dados de P&D refere-se à medição. Evidências de levantamentos apontam para o fato de que questionários tradicionais de P&D tendem a subestimar atividades informais e de menor escala de P&D de empresas pequenas (Kelinknecht, 2000).

O segundo indicador apresentado por Kelinknecht (2000) constitui o indicador de patentes, usado como *output* para medir inovação. Os pontos positivos das patentes



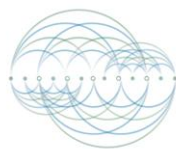
referem-se às bases de dados de registros de patentes: diversas séries históricas e consolidadas são disponibilizadas. Contudo, esses indicadores não captam diversas invenções não patenteáveis. Além disso, comparar patentes é uma tarefa complexa, pois as patentes são muito diferentes entre si. Uma patente pode servir para refletir pequenas melhorias de baixo valor agregado, enquanto outras são muito valiosas. Os valores econômicos das patentes são, portanto, altamente heterogêneos.

O terceiro indicador de inovação tradicional é o de vendas de produtos inovativos. Esse indicador baseia-se na avaliação de uma empresa em pesquisas do tipo *survey* sobre introdução de novos produtos. O ponto positivo desse indicador é que mede inovações introduzidas no mercado e que resultaram em fluxo de caixa positivo. As fraquezas do indicador referem-se ao fato de que muitas empresas dão estimativas brutas das participações das vendas de produtos inovadores. Não obstante, tais participações podem ser sensíveis ao ciclo de negócios.

Em vista do que foi apresentado, é possível afirmar que a análise tradicional do processo inovativo se restringe à análise de P&D, patentes e quantidade de inovações comercializadas. A visão sistêmica, tratada na subseção 2.2 deste artigo, valoriza aspectos para além de *input* e *output* da empresa, como fatores organizacionais, institucionais e econômicos, que não estão contempladas nas métricas tradicionais. A análise de um setor e das empresas do SEB a partir de indicadores de inovação mais sofisticados que registro de patentes e gastos em P&D permite uma avaliação mais acurada da caracterização do processo de inovação em um mundo em que há cada vez mais empresas de serviços intensivos em conhecimento e tecnologia.

#### 4.2 PROPOSTA DE INDICADORES SISTÊMICOS DE INOVAÇÃO PARA O SETOR ELÉTRICO

Além de indicadores tradicionais de inovação, apresentados na subseção 4.1, para uma compreensão mais abrangente das atividades inovativas do setor elétrico brasileiro torna-se necessário levar em consideração outros indicadores que analisam o Programa de P&D a partir da abordagem de SI, contemplando fatores econômicos, culturais e institucionais mais amplos. Com isso, reivindica-se uma abordagem que incorpore fatores que vão além do Programa de P&D – mas que permitem uma



avaliação do Programa –, valorizando a interação entre os atores e a acumulação e circulação de conhecimento entre as empresas.

Tendo como base a abordagem de SI, os autores Stallivieri, Campos e Britto (2009, p.216-218) e Matos e Stallivieri (2016, p. 30) propuseram indicadores de inovação que podem ser usados para mapear o processo de inovação no SEB e o cumprimento dos objetivos do Programa de P&D da ANEEL quanto às seguintes categorias: esforço inovador, aprendizado, cooperação, desempenho tecnológico e impacto sobre competência. Estas cinco categorias dos indicadores foram construídas com base na Pesquisa de Inovação Tecnológica - PINTEC, pesquisa de inovação elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE). Seguindo a metodologia do Manual de Oslo da OCDE, a PINTEC é estruturada a partir de dados coletados das próprias empresas, por meio de entrevista pautada por um questionário. Por meio da criação dos indicadores sistêmicos de inovação, busca-se compreender algumas questões específicas das empresas do setor elétrico, tais como: a caracterização; a dinâmica econômica; aprendizado, cooperação, inovação e redes de subcontratação; articulações com o território; e as políticas dessas empresas (Matos e Stallivieri, 2016).

No que se refere aos indicadores de inovação específicos aos esforços dos atores do SEB, estes contemplam a construção de capacitações a partir de processos internos e interativos, esforços sistêmicos de inovação, introdução de novidades no mercado – que podem ser novos produtos, processos ou mudanças organizacionais –, magnitude dos impactos no SEB, articulação com as dimensões local e regional e potenciais convergências e conflitos. Assim, Castro *et al.* (2018), adaptando a metodologia proposta por Matos e Stallivieri (2016), propuseram seis categorias de indicadores, que permitem um mapeamento de todo o processo de inovação do SEB: indicadores de esforço inovador, indicadores de aprendizado, indicadores de cooperação, indicadores de desempenho tecnológico, indicadores de impacto direto em competências e indicadores de fomento a *startups*. Estes últimos foram incluídos devido às oportunidades que o fomento às *startups* traz para as empresas do SEB, ao permitir uma resposta mais rápida das grandes empresas às necessidades específicas dos clientes, que tendem a se tornar mais complexas devido às transformações tecnológicas do setor.



Os indicadores de esforço inovador permitem mapear atividades relacionadas a treinamentos e programas de capacitações de recursos humanos na empresa, tanto desenvolvidos internamente quanto em parcerias com universidades, empresas ou outras instituições. Além disso, esses indicadores precisam definir esforços inovativos relacionados ao desenvolvimento dessas atividades, à realização de projetos de P&D, à aquisição de novas tecnologias e à constância na atualização organizacional. Os indicadores de aprendizado permitem abarcar diversas dimensões de aprendizagem decorrentes do processo de inovação. O aprendizado pode ser interno à empresa, dentro do departamento de P&D ou derivado de outras fontes internas. O aprendizado também pode ser relacionado a outros agentes, como agentes produtivos ou de Ciência e Tecnologia. Os indicadores de cooperação, por sua vez, permitem analisar as diferentes formas de cooperação das empresas, que podem ser concretizadas com agentes produtivos, com agentes de C&T ou com sindicatos, órgãos de apoio e agentes financeiros. Esses indicadores também permitem analisar a estrutura dessas cooperações. Os indicadores de desempenho tecnológico procuram contemplar dimensões relacionadas tanto a melhorias em produtos e processos quanto nas capacidades administrativas e metodológicas. Ademais, procuram medir a introdução de novos produtos para o mercado internacional ou novos processos para o setor de atuação, a introdução ou melhorias de produtos ou processos novos para a empresa e a introdução de inovações organizacionais. Em síntese, esses indicadores permitem dimensionar o impacto gerado pela introdução de inovações. Os indicadores de impacto direto em competências, por seu turno, se referem a avanços em competências produtivas e tecnológicas, competências organizacionais e competências nas esferas de comercialização e *marketing*. Esses indicadores medem impacto sobre custos produtivos, operacionais, de energia e de fatores. Por fim, os indicadores de fomento a *startups* buscam captar a frequência de eventos relacionados a *startups*, o número de *startups* criadas, o número de funcionários envolvidos com *startups* e o volume de financiamento envolvido. Tais indicadores, portanto, são capazes de mensurar o engajamento e a influência que as empresas possuem na criação e desenvolvimento de empresas inovadoras de base tecnológica. O Quadro 1 sintetiza os indicadores e suas principais *proxies* e objetivos.

---

**Quadro 1: Resumo dos Indicadores Propostos e suas Principais *Proxies* e Objetivos**

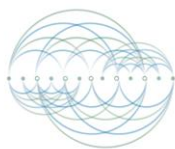


<b>Indicadores</b>	<b>Proxies</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Indicadores de Esforço Inovador</b>	Treinamento e Capacitação de Recursos Humanos (RH); Constância do Desenvolvimento de Atividades Inovativas; Constância na Realização de Projetos de P&D; Constância na Aquisição de Novas Tecnologias; Constância no Esforço Pré-inovativo; Constância na Atualização Organizacional.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mapear treinamentos e programas de capacitação de recursos humanos tanto desenvolvidos internamente quanto em parcerias com universidades, empresas ou outras instituições.</li><li>- Mapear os esforços inovativos relacionados ao desenvolvimento dessas atividades, à realização de projetos de P&amp;D, à aquisição de novas tecnologias e à constância na atualização organizacional.</li></ul>
<b>Indicadores de Aprendizado</b>	Aprendizado Interno; Aprendizagem Interna no Departamento de P&D; Aprendizagem Interna demais fontes; Aprendizado Externo – Agentes Produtivos; Aprendizado Externo – Agentes de C&T; Aprendizado Externo – Demais Agentes.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Abarcar diversas dimensões de aprendizagem decorrentes do processo de inovação: interno à empresa, dentro do departamento de P&amp;D, derivado de outras fontes internas; relacionado a outros agentes, tais como agentes produtivos ou de Ciência e Tecnologia.</li></ul>
<b>Indicadores de Cooperação</b>	Cooperação com Agentes Produtivos; Cooperação com Agentes de C&T; Cooperação com Sindicatos, Órgãos de Apoio, Agentes Financeiros e Representações.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Analisar as diferentes formas de cooperação das empresas, estabelecidas com agentes produtivos, agentes de C&amp;T ou com sindicatos, órgãos de apoio e agentes financeiros.</li><li>- Analisar também a estrutura dessas cooperações.</li></ul>
<b>Indicadores de Desempenho Tecnológico</b>	Melhora em Produtos e Processos; Melhoras nas Capacidades Administrativas e Mercadológicas; Introdução de Novos Produtos para o Mercado Internacional ou Novos Processos para o Setor de Atuação; Introdução ou Melhorias de Produtos ou Processos Novos para a Empresa; Introdução de Inovações Organizacionais; Impacto gerado pela Introdução de Inovações.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Captar as melhorias em produtos e processos e nas capacidades administrativas e metodológicas.</li><li>- Medir a introdução de novos produtos para o mercado internacional ou novos processos para o setor de atuação, a introdução ou melhorias de produtos ou processos novos para a empresa e a introdução de inovações organizacionais.</li></ul>
<b>Indicadores de Impacto Direto em Competências</b>	Avanço de Competências Produtivas e Tecnológicas; Avanço de Competências Organizacionais; Avanços nas Esferas de Comercialização e <i>Marketing</i> ; Faturamento relativo a Novos Produtos e Serviços; Impacto sobre Custos Produtivos e Operacionais; Impacto sobre Custos de Fatores; Impactos sobre Custos de Energia.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mensurar os avanços em competências produtivas e tecnológicas, competências organizacionais e competências nas esferas de comercialização e <i>marketing</i>.</li><li>- Medir o impacto sobre custos produtivos, operacionais, de energia e de fatores.</li></ul>
<b>Indicadores de Fomento a Startups</b>	Frequência de Eventos relacionados a <i>Startups</i> ; Número de <i>Startups</i> criadas; Número de Funcionários Envolvidos em Projetos com <i>Startups</i> ; Volume de Financiamento.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mensurar o engajamento e a influência que as empresas possuem na criação e desenvolvimento de <i>Startups</i>.</li></ul>

Fonte: Elaboração Própria com base em Castro *et al.* (2018)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A visão linear sobre inovação aporta uma série de limitações à análise do processo inovativo no SEB. Este estudo propõe, portanto, por meio de uma abordagem sistêmica de inovação, a incorporação de uma perspectiva mais abrangente das etapas e



dos agentes envolvidos nos processos inovativos para a avaliação do Programa de P&D da ANEEL e para avaliação do processo de inovação no setor elétrico. Os indicadores de inovação apresentados neste estudo, baseados na abordagem sistêmica de inovação, podem servir de apoio para uma proposta de aprimoramento do Programa de P&D da ANEEL. Para essa visão mais abrangente de inovação, para além de indicadores tradicionais de inovação – *output*, *input* e impacto -, usados pela ANEEL na avaliação dos projetos de P&D, torna-se necessária a consideração de outros indicadores sistêmicos.

Assim, este artigo apresentou seis categorias de indicadores sistêmicos de inovação, que permitem um mapeamento de todo o processo de inovação: indicadores de esforço inovador, indicadores de aprendizado, indicadores de cooperação, indicadores de desempenho tecnológico, indicadores de impacto direto em competências e indicadores de fomento a *startups*. A partir das informações derivadas desses indicadores, pode-se ter um diagnóstico mais aprimorado, realizar projeções e desenvolver um planejamento mais eficaz para o processo de inovação das empresas e do Sistema Elétrico Brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. *Informações Técnicas/Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética/Programa de P&D*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>; Acesso em 29/08/2017. 2017.

ANEEL. *MANUAL DO PROGRAMA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA*. Brasília (DF): Aneel, 2012.

BRASIL. *Lei nº 9991, de 24 de julho de 2000. DISPÕE SOBRE REALIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO E EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA POR PARTE DAS EMPRESAS CONCESSIONÁRIAS, PERMISSONÁRIAS E AUTORIZADAS DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9991.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9991.htm) Acesso em 15 maio 2018 .

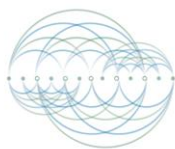
CASSIOLATO, J; PODCAMENI, M, G. *A Relevância da Abordagem de Sistemas de Inovação para a Área de Energia Elétrica*. In: CASTRO, Nivalde de; DANTAS, Guilherme. *Políticas Públicas para Redes Inteligentes*. Rio de Janeiro: Publit Soluções Editoriais, 2016. p. 49-80.

CASTRO, N; MATOS, M; LA ROVERE, R; LIMA, A.P.; BATISTA, A; SALLES, D. *Indicadores de Inovação Tecnológica para o Setor Elétrico Brasileiro aderente ao P&D da ANEEL*. TDSE 80: GESEL-UFRJ. Disponível em: [http://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/48\\_TDSE%2080.pdf](http://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/48_TDSE%2080.pdf) Acesso em: 15 maio 2018.

CGEE. *Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica: Agenda estratégica de CT&I no setor elétrico brasileiro*. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, v.8., 2017.

CGEE. *Sugestões de Aprimoramento ao Modelo de Fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro*. CGEE: Brasília. Programa de P&D Regulado pela ANEEL, 2015.

CORIAT, B. ORSI, F. WEINSTEIN, O. *Science-based, innovation regimes and institutional arrangements: from Science-based “1” to Science-Based “2” regimes. Towards a new science-based*



*regime?* DRUID Summer Conference on “Industrial Dynamics of the New and Old Economy - who is embracing whom?”. Copenhagen/Elsinore, June, 2002.

EDLER, J.; FAGERBERG, J. *Innovation Policy: what, why, and how*. Oxford Review of Economic Policy, v. 33, n. 1, p. 2-23, 2017.

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

IPEA. *Inovação tecnológica no SEB: uma Avaliação do Programa P&D Regulado pela ANEEL*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011

JAMASB, T.; POLLITT, M. *Liberalisation and R&D in network industries: The case of the electricity industry*. Research Policy, n. 37, p. 995-1008, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733308000851>>.

KLEINKNECHT, A. *Indicators of Manufacturing and Service Innovation: Their Strengths and Weaknesses*. In: Metcalfe J.S., Miles I. (eds) *Innovation Systems in the Service Economy*. Economics of Science, Technology and Innovation, vol 18. Springer, Boston, MA, 2000.

LINS, F. E. *Mensurando a inovação tecnológica: indicadores e determinantes*. Dissertação: UFPE, 2003.

LUNDEVALL, B.-Å. *Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national innovation systems*. In: DOSI, G. et al. (Eds.). *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988.

LUNDEVALL, B.A., *National systems of innovation*, London, Pinter, 1992.

MATOS, M. P.; STALLIVIERI, F. *A Metodologia e Pesquisa Implementada pela Redesist*. Disponível em:

[http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/hpp/arquivos/021220162352\\_MatoseStallivieri2016TextoMetodologiaAPLsLivro20anosRedeSist.pdf](http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/hpp/arquivos/021220162352_MatoseStallivieri2016TextoMetodologiaAPLsLivro20anosRedeSist.pdf), 2016. Acessado em 11/08/2017.

MAZZUCATO, M.; SEMIENIUK, G. *Public financing of innovation: new questions*. Oxford Review of Economic Policy, v. 33, n. 1, p. 24-48, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/313509465\\_Public\\_financing\\_of\\_innovation\\_New\\_questions](https://www.researchgate.net/publication/313509465_Public_financing_of_innovation_New_questions)

MAZZUCATO, M; PENNA, C. *The Brazilian Innovation System: A Mission-Oriented Policy Proposal*. Brasília: Cgee, 2016.

METCALFE, J. S. *Equilibrium and Evolutionary Foundations of Competition and Technology Policy: New Perspectives on the division of Labour and the Innovation Process*. Revista Brasileira de Inovação. v.2, n.1, 2003.

NELSON, R. *The role of firms in technical advance: a perspective from evolutionary theory*. In: DOSI, G. GIANNETTI, R; TONINELLI, P.A. (eds.) *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*. Clarendon Press: Oxford, 1992.

RAVEN, R.; JOLIVET, E.; MOURIK, R. M.; FEENSTRA, Y. ESTEEM: *Managing societal acceptance in new energy projects: A toolbox method for project managers*. Technological forecasting & social change, v. 76, n. 7, p. 963-977, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162509000250>>.

STALLIVIERI, F; CAMPOS, R.R; BRITTO, J.N. *Indicadores para a Análise da Dinâmica Inovativa em Arranjos Produtivos Locais: Uma Análise Exploratória Aplicada ao Arranjo Eletrometal-Mecânico de Joinville/SC*. Estudos Econômicos, São Paulo, v. 39, n 1, p. 185-219, Janeiro-Março 2009.

STOKES, D. *O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*. Tradutor: José Emílio Maiorino. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2005.

THIELMANN, R; LA ROVERE, R. L. *Políticas Públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação*. In: CASTRO, N.; DANTAS, G. (org.). *Políticas Públicas para Redes Inteligentes*. Rio de Janeiro: Publitz Soluções Editoriais, 2016. p. 15-48.

WILLIAMS, R.H. *Addressing challenges to sustainable development with innovative energy technologies in a competitive electric industry*. Energy for sustainable development, n.2, v. 5, 2001.