



# Parcerias Estratégicas

Edição especial

Volume 23 - Número 47 - Dezembro 2018



I Seminário de  
**Avaliação de  
Políticas de CT&I**

## **Análise de políticas, programas e ações de CT&I**

- A cooperação com empresas aumenta a geração de tecnologia nas universidades? Análise a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq
- Moldando o futuro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- Estudo preliminar das etapas de desenvolvimento dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT): análise do equilíbrio entre a atividade de proteção de propriedade intelectual e transferência de tecnologia
- Desestruturação do modelo de gestão compartilhada do FNDCT e a crise do apoio público à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico no Brasil

## **Metodologias de avaliação e mensuração de impactos de programas, políticas e ações de CT&I**

- Publish or perish? Avaliação de redes de pesquisa e colaboração com RNPE
- Proposta de indicadores sistêmicos de inovação para avaliação do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento regulado pela Aneel
- Caracterização da multidisciplinaridade das áreas de avaliação da Capes por meio de análise temática
- Impactos da pesquisa em saúde no Brasil: o caso dos estudos de mortalidade materna e morbimortalidade neonatal
- Evolução de coautorias do Programa Sisbiota Brasil
- PPSUS/RS: um estudo sobre avaliação de impacto usando abordagem quase-experimental
- Um método orientado a propósito aplicado ao Currículo Lattes para fins de concessão de fomento a pesquisadores em grupos colaborativos
- Genealogia acadêmica: um novo olhar sobre impacto acadêmico de pesquisadores

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) edita publicações sobre diversas temáticas que impactam a agenda do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

As edições são alinhadas à missão institucional do Centro de subsidiar os processos de tomada de decisão em temas relacionados à ciência, tecnologia e inovação, por meio de estudos em prospecção e avaliação estratégica baseados em ampla articulação com especialistas e instituições do SNCTI.

As publicações trazem resultados de alguns dos principais trabalhos desenvolvidos pelo Centro, dentro de abordagens como produção de alimentos, formação de recursos humanos, sustentabilidade e energia. Todas estão disponíveis gratuitamente para *download*.

A instituição também produz, semestralmente, a revista Parcerias Estratégicas, que apresenta contribuições de atores do SNCTI para o fortalecimento da área no País.

Você está recebendo uma dessas publicações, mas pode ter acesso a todo o acervo do Centro pelo nosso site: <http://www.cgee.org.br>.

Boa leitura!

# Parcerias Estratégicas

Edição Especial

---

v. 23, n. 47, dezembro de 2018, Brasília-DF

ISSN 1413-9375

---

Parc. Estrat. | Brasília - DF | v. 23 | n. 47 | p. 212 | jul-dez 2018

# Parcerias Estratégicas – v.23 – n.47 – dezembro de 2018 – Edição especial

A revista Parcerias Estratégicas é publicada semestralmente pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e tem por linha editorial divulgar e debater temas nas áreas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Distribuição gratuita. Disponível eletronicamente em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas)>.

## Edição

Marianna Nascimento  
Maisei Cardoso  
Bianca Torreão

## Conselho editorial

Adriano Batista Dias (Fundaj)  
Eduardo Baumgratz Viotti (Consultor)  
Gilda Massari (S&G Gestão Tecnológica e Ambiental/RJ)  
Ricardo Bielschowsky (Cepal)  
Ronaldo Mota Sardenberg (Consultor)

## Projeto gráfico

Núcleo de Design Gráfico do CGEE

## Capa e Diagramação

Eduardo Oliveira

## Infográficos

Dara Costa Rattes

## Endereço para correspondência

SCS Q. 9, Lote C, Torre C, salas 401 a 405, Ed. Parque Cidade  
Corporate, Brasília DF, CEP 70308-200, telefone: (61) 3424-9600,  
E-mail: editoria@cgee.org.br

**Indexada em:** Latindex; EBSCO publishing; bibliotecas internacionais das instituições: Michigan University, Maryland University; Université du Québec; Swinburne University of Technology; Delaware State University; National Defense University; San Jose State University; University of Wisconsin-Whitewater; Qualis/Capes.

Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – Vol. 1, n.1 (maio 1996) • Brasília: CGEE, 2002–

Semestral

De 1996 a 2001 editada pelo Centro de Estudos Estratégicos (CEE/MCT).

ISSN1413-9375

1. Ciência e Tecnologia – Periódicos 2. Inovação tecnológica – Brasil I. CGEE.

CDU 323.6(81)(05)

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) é uma associação civil sem fins lucrativos e de interesse público, qualificada como Organização Social pelo executivo brasileiro, sob a supervisão do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Constituiu-se em instituição de referência para o suporte contínuo aos processos de tomada de decisão sobre políticas e programas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). A atuação do Centro está concentrada nas áreas de prospecção, avaliação estratégica, informação e difusão do conhecimento.

## Presidente

Marcio de Miranda Santos

## Diretores

Joaquim Aparecido Machado  
Regina Maria Silverio

## Conselho de Administração CGEE

### Membros natos

Gláucius Oliva (ABC Presidente do Conselho – a partir de 09/07/2018)  
Abílio Afonso Baeta Neves (MEC)  
Alysson Paolinelli (CNA)  
Ildeu de Castro Moreira (SBPC)  
Celio Cabral de Sousa Junior (Sebrae)  
Pedro Moes Lotty de Paiva (BNDES)  
Ronaldo Souza Camargo (Finep)  
Rafael Henrique Rodrigues Moreira (MDIC)  
Mario Neto Borges (CNPq)  
Rafael Esmeraldo Lucchesi (CNI)  
Sérgio Luiz Gargioni (MCTIC)

### Membros eleitos

Guilherme Ary Plonski (Representante dos associados)  
Jean Carlo Vogel (Consecti)  
Alexandre Batalha Chrocratt de Sá Jacobs (Anprotec)  
José Antonio Bof Buffon (Confap)  
José Fernando Perez (Representante do empresariado nacional)  
Joviles Vitório Trevisol (Foprop)  
Luiz Fernando Vianna (Abipti)  
Nelson de Chueri Karam (Dieese)  
Humberto Luiz de Rodrigues Pereira (Anpei)

Esta edição da revista Parcerias Estratégicas é parte integrante das atividades desenvolvidas pelo CGEE no âmbito do 2º Contrato de Gestão firmado com o MCTIC.

Parcerias Estratégicas não se responsabiliza por ideias emitidas em artigos assinados. São permitidos a reprodução e o armazenamento dos textos, desde que citada a fonte.

Tiragem: 750 unidades. Impresso em 2018. Coronário Editora e Gráfica Ltda.

# Sumário

---

05      Aos leitores

## Seção 1

Análise de políticas, programas e ações de CT&I

---

09      A cooperação com empresas aumenta a geração de tecnologia nas universidades? Análise a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq  
*Thiago Caliarí, Márcia Siqueira Rapini e Tulio Chiarini*

---

29      Moldando o futuro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
*Rita de Cássia Scardine Lopes, Marconi Edson Esmeraldo Albuquerque, Ricardo Gonçalves da Silva, Cristiano Hugo Cagnin e Mayra Juruá Gomes de Oliveira*

---

49      Estudo preliminar das etapas de desenvolvimento dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT): análise do equilíbrio entre a atividade de proteção de propriedade intelectual e transferência de tecnologia  
*Ado Jorio e Juliana Crepalde*

---

63      Desestruturação do modelo de gestão compartilhada do FNDCT e a crise do apoio público à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico no Brasil  
*João Carvalho Leal e Mário Lúcio de Ávila*

---

## Seção 2

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

---

83      *Publish or perish?* Avaliação de redes de pesquisa e colaboração com RNPE  
*Denise Leite, Isabel Pinha, Bernardo Sfredo Miorando e Célia Elizabete Caregnato*

- 
- 103 Proposta de indicadores sistêmicos de inovação para avaliação do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento regulado pela Aneel  
*Antônio Pedro Lima, Renata Lèbre La Rovere e Guilherme Santos*
- 
- 119 Caracterização da multidisciplinaridade das áreas de avaliação da Capes por meio de análise temática  
*Talita Moreira de Oliveira e Livio Amaral*
- 
- 135 Impactos da pesquisa em saúde no Brasil: o caso dos estudos de mortalidade materna e morbimortalidade neonatal  
*Antonia Angulo-Tuesta e Leonor Maria Pacheco Santos*
- 
- 153 Evolução de coautorias do Programa Sisbiota Brasil  
*Denise de Oliveira, Gabriel Fritz Sluzala, Jackson Max Furtunato Maia, Mariana Otero Cariello, Márcia Aparecida de Brito e Margareth Alves Carvalho*
- 
- 165 PPSUS/RS: um estudo sobre avaliação de impacto usando abordagem quase-experimental  
*Marilene Bertuol Guidini, Luciana Calabró, Eduardo Pontual Ribeiro, Odir Antônio Dellagostin e Diogo Onofre Gomes de Souza*
- 
- 181 Um método orientado a propósito aplicado ao Currículo Lattes para fins de concessão de fomento a pesquisadores em grupos colaborativos  
*Kedma B. Duarte, Rosina O. Weber e Roberto C. S. Pacheco*
- 
- 197 Genealogia acadêmica: um novo olhar sobre impacto acadêmico de pesquisadores  
*Luciano Rossi, Rafael J. P. Damaceno e Jesús P. Mena-Chalco*

## Aos leitores

Esta edição da revista *Parcerias Estratégicas* reúne trabalhos apresentados durante o I Seminário de Avaliação de Políticas de CT&I. O evento foi realizado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em parceria com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), nos dias 12 e 13 de setembro de 2018, na sede do CNPq.

A iniciativa teve como objetivo geral promover, entre pesquisadores, profissionais e gestores de áreas relacionadas ao tema do Seminário, a discussão sobre a análise de políticas em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), com foco na avaliação de resultados e em metodologias.

Além de promover intercâmbio entre os participantes e estimular o desenvolvimento de metodologias de avaliação voltadas para CT&I, a realização do Seminário teve como finalidades, ainda, difundir os trabalhos técnicos científicos realizados no País na área de avaliação de fomento de CT&I; e contribuir para a melhor compreensão a respeito da importância do tema, de modo a oferecer subsídios à tomada de decisão e à adoção de medidas que visem a aprimorar a gestão de CT&I.

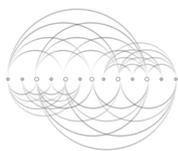
Com a realização deste primeiro evento, os organizadores buscaram institucionalizar um espaço para discussões, atraindo pesquisadores e estudantes voltados para a temática, despertando o interesse e a reflexão sobre o tema.

Conforme os eixos temáticos propostos para a submissão dos artigos ao Seminário, a revista é organizada em duas seções: Análise de políticas, programas e ações de CT&I; e Metodologias de avaliação e mensuração de impactos de programas, políticas e ações de CT&I.

Os anais e os demais conteúdos pertinentes ao I Seminário de Avaliação de Políticas de CT&I podem ser acessados por meio do site do evento, no endereço:

<https://www.cgee.org.br/web/seminarioavaliacaociti>.

Boa leitura!



I Seminário de  
**Avaliação de  
Políticas de CT&I**

### **Coordenação geral**

José Ricardo de Santana (CNPq)  
Marcio de Miranda Santos (CGEE)

### **Secretaria-geral**

Marcos César Chaves da Fonseca (CNPq)

### **Coordenação operacional**

Lisandra Helena Barros Santos (CNPq)  
Elaine Mara Michon Nehme (CGEE)  
Denise Mendes Teixeira Alves Terrer (CGEE)

### **Coordenação científica**

Daniel Alves Natalizi (CNPq)  
Antônio Carlos Filgueira Galvão (CGEE)

### **Comissão científica**

Eduardo Baumgratz Viotti  
Jesús Pascual Mena-Chalco (CpE)  
Márcia Siqueira Rapini (ABEIN)  
Ricardo Barros Sampaio (ANCIB)  
Rosa Livia Gonçalves Montenegro (ABER)

### **Comissão Técnico-Científica**

Augusto César da Motta Willer (CNPq)  
Carolina Bittencourt Gomes (CNPq)  
Emília Carneiro Saenger (CNPq)  
Jomar Alace Santana (CNPq)  
Leonara de Oliveira Rocha (CNPq)  
Maria Bernadete Carvalho Pires de Souza  
(CNPq)

### **Comitê Técnico Expolattes**

Carlos Duarte de Oliveira Junior (CGEE)  
Carlson Batista de Oliveira (CGEE)  
Elaine Mara Michon Nehme (CGEE)  
Emerson da Motta Willer (CNPq)  
George Kihoma de Britto Lopes (CNPq)  
Lisandro Zambenedetti Granville (SBC)

### **Recursos Humanos**

Ana Dalva Magrani Carneiro Fortuna  
(CNPq)

### **Assessoria de imprensa**

Mariana Galiza (CNPq)  
Bianca Torreão (CGEE)

# SEÇÃO 1

## ANÁLISE DE POLÍTICAS, PROGRAMAS E AÇÕES DE CT&I

---

A cooperação com empresas aumenta a geração de tecnologia nas universidades? Análise a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq

Moldando o futuro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Estudo preliminar das etapas de desenvolvimento dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT): análise do equilíbrio entre a atividade de proteção de propriedade intelectual e transferência de tecnologia

Desestruturação do modelo de gestão compartilhada do FNDCT e a crise do apoio público à pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico no Brasil



# A cooperação com empresas aumenta a geração de tecnologia nas universidades?

## Análise a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq

Thiago Caliani<sup>1</sup>, Márcia Siqueira Rapini<sup>2</sup> e Tulio Chiarini<sup>3</sup>

### Resumo

Este trabalho analisa os efeitos da interação universidade–empresa (U–E) para a geração de tecnologia nas instituições de ensino superior, tomando como base os microdados do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), referentes aos Censos de 2014 e 2016. Os resultados da observação evidenciam o impacto positivo dessa interação para a geração de tecnologias, embora seja considerado moderado se comparado ao impacto da “eficiência científica”, da “escala científica” e da “cumulatividade tecnológica”. Os achados indicam, ainda, que a orientação à internacionalização científica não tem funcionado

### Abstract

*This paper aims to analyze the effects of university-firm interactions (UF) over generation of technology by Brazilian universities taking into account microdata from CNPq's Research Group (DGP), 2014 and 2016's census. The results show a positive but moderate impact of UF interactions on technology generation when compared to the impact of "scientific efficiency", "scientific scale" and "technological cumulativeness". The results indicate that the focus on scientific internationalization is not yet successful as an "instrument to focus on the direction of technological progress" (ALBUQUERQUE, 2001). Despite that, we can infer the continuing importance of the efforts of ST&I*

1 Doutor em Economia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar-UFMG). Professor adjunto III do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

2 Doutora em Economia da Indústria e da Tecnologia pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/ UFRJ). Professora e pesquisadora do CEDEPLAR-UFMG.

3 Doutor em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e pós-doutor pelo *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (CNR). Analista em C&T do MCTIC, atuando na Divisão de Estratégia do Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

como “instrumento para focalizar a direção do progresso tecnológico” (ALBUQUERQUE, 2001). Entretanto, foi possível perceber importância da continuidade dos esforços das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a redução das desigualdades regionais, além da relevância da priorização das áreas do Quadrante de Pasteur para o fomento à interação U–E.

*policies to reduce regional inequalities and to focus on areas of the Pasteur’s Quadrant in fostering the UF interactions.*

**Palavras-chave:** Interação universidade–empresa. Geração de tecnologia. Política de CT&I. DGP/CNPq.

**Keywords:** *University–firm interaction. Technology generation. ST&I policy. DGP/CNPq.*

## 1. Introdução

A literatura econômica com ênfase no Triângulo de Sábato, nos Sistemas de Inovação e na Hélice Tríplice já reconheceu, há algumas décadas, o papel das interações entre diferentes agentes como potencializador do processo de geração de novos conhecimentos (SABATO, 1979; LUNDVALL, 1988; FREEMAN, 1992; LEYDESDORFF; ETZKOWITZ, 1996). Desde os avanços teóricos e empíricos destes arcabouços, diferentes políticas públicas de fomento à geração de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), juntamente com políticas de incentivo à transferência de conhecimento, têm sido propostas por diferentes governos, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (WIPO, 2012).

Nesse ínterim, a consideração da universidade como *locus* de desenvolvimento tecnológico e atividades empreendedoras (ETZKOWITZ, 2013; ETZKOWITZ; ZHOU, 2008) vem se destacando cada vez mais. O envolvimento acadêmico, por um lado, na geração e transferência de tecnologia e, por outro, na formação de novas empresas, a partir de *start-ups*, significou, ao longo do tempo, a inserção das universidades em estratégias nacionais e regionais relevantes para o fortalecimento de políticas públicas, demonstrando o potencial dessas instituições para o desenvolvimento socioeconômico (JAFFE, 1989; AUDRETSCH; LEHMANN, 2005; GUERRERO; CUNNINGHAM; URBANO, 2015; ROESSNER *et al.*, 2013).

No Brasil, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) foi criado no final dos anos 1960, “com a finalidade de dar apoio aos programas e projetos prioritários de desenvolvimento científico e tecnológico” (BRASIL, 1969). No entanto, somente na década

de 1990 foram iniciadas políticas explícitas para a promoção de interações e a transferência de conhecimento entre agentes, sob orientação do *Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria* (Pacti), que enfatizava, por meio dos projetos Ômega e Alfa, o fortalecimento de parcerias entre empresas, institutos tecnológicos e universidades. No âmbito estadual, são pioneiras, por exemplo, as iniciativas da Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp) referentes à instituição dos programas *Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica* (Pite), em 1995, e do *Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas* (Pipe), em 1997.

No início dos anos 2000, por meio da promulgação da Lei 10.168 (BRASIL, 2000), foi instituído o *Programa de Estímulo à Interação Universidade–Empresa para o Apoio à Inovação* com a criação do *Fundo Verde–Amarelo* – fundo setorial do FNDCT –, que tinha o propósito de incentivar a implementação de projetos de Ciência e Tecnologia (C&T) cooperativos entre universidades, centros de pesquisa e o setor produtivo. Tais medidas também tinham como finalidade encorajar a ampliação dos gastos privados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ao, por exemplo, reduzir a zero a alíquota de contribuição de intervenção no domínio econômico das remessas destinadas ao exterior para pagamento de contratos relativos à exploração de patentes.

A década de 2000 ainda é marcada pelas sanções: da Lei 10.973/2004 (BRASIL, 2004), conhecida por Lei da Inovação, que dispõe sobre incentivos à C&T no ambiente produtivo; e da Lei 11.540/2007 (BRASIL, 2007). Esta última revê a norma que institui o FNDCT; prevê a aplicação de seus recursos para projetos e atividades de CT&I, por meio de subvenção econômica para empresas; e cria as bases institucionais para o lançamento de iniciativas como o Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe). Após 12 anos da sanção da Lei da Inovação, esta norma foi revista pela Lei 13.243/2016 (BRASIL, 2016), que torna expressas questões referentes à promoção da cooperação e interação entre agentes.

Esse pequeno reexame não exaustivo dos principais esforços institucionais dos últimos governos brasileiros, no que concerne ao estímulo à cooperação universidade–empresa (U–E), à transferência de conhecimento e, em última instância, à inovação, ilustra quão complexo é o tema. Essa complexidade recai, ainda, sobre os impactos de tais esforços: há uma miríade de leis, estratégias e programas; no entanto, raramente são encontradas avaliações que visam a analisá-los e examinar sua efetividade.

No que se refere aos resultados da cooperação U–E no Brasil, alguns estudos têm sido realizados para analisar seu impacto: i) nos esforços inovadores das empresas e ii) no desempenho científico e tecnológico das universidades. Em relação ao primeiro caso, é possível citar os trabalhos que avaliaram, por exemplo, o Fundo Verde–Amarelo (MOURA, 2017). Na mesma esteira, há aqueles

que examinaram o programa Pappé (CARRIJO; BOTELHO, 2013; TORRES; BOTELHO, 2018) e os programas Pite e Pipe (SALLES-FILHO, 2011). Torres e Botelho (2018), por exemplo, constataram que a cooperação com universidades tem sido fundamental para o desenvolvimento de inovações radicais em pequenas empresas, visto que a cooperação reduz a incerteza técnica/tecnológica dos projetos.

Em relação ao segundo caso, alguns trabalhos analisaram o impacto da interação U–E na produtividade dos pesquisadores. Kannebley *et al.* (2013), por exemplo, verificaram que o FNDCT teve impacto positivo entre 5% e 6% no incremento da produção acadêmica brasileira. O mesmo resultado positivo foi encontrado na análise das universidades estaduais paulistas, no período de 2000 a 2008 (ALVAREZ *et al.*, 2013).

Por outro lado, poucos trabalhos avaliaram o impacto da cooperação com empresas na geração de tecnologias nas universidades. Turchi *et al.* (2013) analisaram, por meio de pesquisa quantitativa e qualitativa realizada ao longo de 2010, o impacto da colaboração entre Petrobras e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT). As distintas e diversas análises nas regiões brasileiras indicaram que a cooperação aumenta a “capacidade dos ICT de desenvolver projetos com potencial de transferência de tecnologia da universidade para outras empresas” (TURCHI *et al.*, p. 13), além de gerar novos produtos e novos processos. Na mesma esteira, Caliar *et al.* (2016) observaram que a cooperação U–E contribui para a geração de *software*, produto, técnica e patentes (o que eles chamam de *tecnologia*) nas universidades. Também encontraram correlação positiva entre a geração de tecnologia e as publicações; e a dimensão dos grupos de pesquisa. Em termos dos tipos de relacionamento, a *pesquisa de curto prazo* e as *atividades de treinamento* estiveram relacionadas com a geração de tecnologia.

Este artigo traz um avanço em relação à análise proposta por Caliar *et al.* (2016). O presente estudo faz uso dos microdados do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (DGP) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ou seja, as informações no nível dos grupos de pesquisa e não das instituições, além de examinar somente a cooperação das universidades com empresas que pertencem à Indústria de Transformação - diferentemente de Caliar *et al.* (2016), que analisaram todas as interações institucionais -. Evidências recentes do Censo 2016 do DGP revelam que a cooperação dos grupos de pesquisa com empresas responde por apenas 13% do total. Por outro lado, 70% das interações ocorrem com outras universidades e outros institutos de pesquisa no Brasil e no exterior (RAPINI, 2018).

Além desta introdução, o presente artigo está organizado em mais três seções. Na seção a seguir, são apresentadas a base de dados (censos do DGP/CNPq de 2014 e 2016) e a metodologia empregada (modelos econométricos que utilizam o método de regressão censurada) para verificar

se, no Brasil, a cooperação com empresas aumenta a geração de tecnologia nas universidades. Na seção posterior são apresentadas discussões a partir dos resultados dos modelos propostos. Considerações finais encerram o artigo.

## 2. Base de dados e metodologia

### 2.1. Da base de dados

Este trabalho utiliza os dados relativos aos grupos de pesquisa cadastrados no CNPq, contidos na base de dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (DGP). Iniciado em 1992, o DGP disponibiliza, desde então, um censo da capacidade instalada de pesquisa no País, medida pelos grupos ativos em cada período. Dentre as informações reunidas, desagregadas no tempo por região, unidade da federação e instituição, encontram-se aquelas relacionadas aos recursos humanos (pesquisadores, estudantes e técnicos); às linhas de pesquisa desenvolvidas; às áreas de conhecimento; aos setores de atividades envolvidos; à produção científica e tecnológica; e aos padrões de interação com o setor produtivo.

Desde 2002, o DGP/CNPq passou a introduzir questões específicas sobre interações com o setor produtivo. Há, porém, uma subestimação do número de relacionamentos declarados pelo líder do grupo de pesquisa (RAPINI, 2007). A interação com o setor produtivo não é um critério utilizado pelas entidades de fomento para a avaliação do desempenho do pesquisador, o que também pode explicar sua expressiva subestimação. Mesmo com estas limitações, o universo do DGP/CNPq tem crescido nos últimos anos, cobrindo parte considerável da comunidade científica brasileira (CARNEIRO; LOURENÇO, 2003).

Para fins desse trabalho, foram considerados os dois últimos censos disponibilizados pelo DGP/CNPq – 2014 e 2016 –, pois o recorte setorial das organizações parceiras estava disponível apenas para estes anos. Assim, optou-se por analisar somente os relacionamentos dos grupos de pesquisa com instituições parceiras que operam na Indústria de Transformação – conforme Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) de 10 a 33. A *Tabela 1* apresenta um levantamento quantitativo de instituições, grupos de pesquisa, interações e outras informações da base de dados para os dois biênios censitários considerados.

**Tabela 1.** Descrição de variáveis e indicadores da base do DGP/CNPQ, Censos 2014 e 2016

Descrição	2014	2016	Varição %
Instituições	487	525	7,8
Instituições com grupos de pesquisa interativos	74	87	17,6
Total de grupos de pesquisa	34.760	36.969	6,4
Grupos de pesquisa que interagiram com Indústria de Transformação	767	727	-5,2
Número de interações	2.235	2.358	5,5
Interações por grupo de pesquisa	2,9	3,2	11,8
Interações por instituição	30,2	27,1	-10,3

Fonte: *Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPQ.*

Nota: Interações somente com a Indústria de Transformação (CNAE 10 a 33).

Pode-se verificar um incremento no número de instituições com grupos interativos na Indústria de Transformação, assim como das interações. No entanto, houve queda no número de grupos interativos. De qualquer forma, a principal informação que pode ser extraída é a baixa quantidade de grupos que interagem com a Indústria de Transformação no total de grupos de pesquisa da base (2,2% e 2,0% para 2014 e 2016, respectivamente).

## 2.2. Do modelo econométrico

O exercício econométrico proposto será realizado por meio do Modelo Tobit, desenvolvido inicialmente por Tobin (1958) e também conhecido como Modelo de Regressão Censurado. Tal método é designado para estimar relacionamentos lineares entre variáveis, quando existe uma censura superior ou inferior na variável dependente. Este é justamente o caso da variável dependente do trabalho – quantidade de interações realizadas pelos grupos de pesquisa. Como será observado, dos 54.622 grupos de pesquisa considerados nos dois biênios dos censos do DGP/CNPQ, 50.029 não possuem interação em algum dos censos, o que corresponde a 91,6% de toda a base. Configura-se, portanto, um truncamento no limite inferior.

O exercício estabelecido pretende regredir a tecnologia desenvolvida pelo grupo de pesquisa (dada pela soma de todos os tipos de tecnologia) em função de demais variáveis explicativas,

seguindo a proposição de Caliri *et al.* (2016). O trabalho destes autores é fundamentado na análise das instituições que possuíam grupos de pesquisa interativos. O novo esforço de análise, por sua vez, toma como base as informações concernentes ao próprio grupo de pesquisa que promoveu interações, o que constitui maior microfundamentação analítica e metodológica, mais fidedigna à realidade. Além disso, a análise concentra-se exclusivamente nas interações com empresas do setor de Indústria de Transformação. O trabalho de Caliri *et al.* (2016) não possuía tal recorte.

As variáveis utilizadas para a análise são as propostas na *Tabela 2*. Os controles para tipo de relacionamento, tipo de remuneração e código CNAE não serão apresentados nos resultados do corpo do artigo, por não serem o objeto do estudo. Quando a tecnologia defasada foi utilizada como variável explicativa, a análise só considerou o censo de 2016, dado que não há informação para o ano de 2014. Além disso, foram propostos mais dois tipos de análise: o primeiro considerou apenas os grupos de pesquisa que interagem e o segundo, todos os Grupos. Mesmo no primeiro caso, o Modelo Tobit foi aplicado, uma vez que só há mudança no truncamento inferior (de nenhuma interação para uma). Neste caso, tem-se 13,9% dos grupos de pesquisa com apenas uma interação realizada, para os dois biênios.

**Tabela 2.** Variáveis propostas no modelo econométrico

Tipo	Descrição	Fonte
Variável dependente		
Tecnologia	Soma de todas as tecnologias desenvolvidas pelo grupo de pesquisa. São elas: <i>software</i> , produto, técnica e patentes.	DGP/CNPq
Variáveis explicativas		
Tecnologia (t-1)	Soma de todas as tecnologias desenvolvidas pelo grupo de pesquisa no biênio anterior. São elas: <i>software</i> , produto, técnica e patentes.	DGP/CNPq
Eficiência científica	Quantidade total de publicação (periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros) dividido pelo total de pesquisadores mestres e doutores vinculados ao grupo de pesquisa.	DGP/CNPq
Fator "Pessoal"	Primeiro fator obtido pela análise fatorial da quantidade total de mestres e doutores vinculados ao grupo de pesquisa.	DGP/CNPq
População	População do município onde está situado o grupo de pesquisa.	IBGE
PIB <i>per capita</i>	PIB <i>per capita</i> do município onde está situado o Grupo de Pesquisa.	IBGE
Tempo de atuação	Tempo que o Grupo de Pesquisa atua, considerando a data do censo.	DGP/CNPq
Interação	Quantidade de interações realizadas pelo grupo de pesquisa com empresas nacionais.	DGP/CNPq

Tipo	Descrição	Fonte
Interação internacional	Quantidade de interações com instituições parceiras internacionais realizadas pelo grupo de pesquisa.	DGP/CNPq
Grande Área do conhecimento	Variáveis <i>dummy</i> para as grandes áreas do conhecimento. Área base: Ciências Agrárias <sup>1</sup> .	DGP/CNPq
Regiões federativas	Variáveis <i>dummy</i> para as regiões federativas do Brasil. Região base: Sudeste <sup>2</sup> .	DGP/CNPq
Tipo de relacionamento	Variáveis <i>dummy</i> para cada tipo de relacionamento <sup>3</sup> .	DGP/CNPq
Tipo de remuneração	Variáveis <i>dummy</i> para cada tipo de remuneração <sup>4</sup> .	DGP/CNPq
Divisão CNAE	Variáveis <i>dummy</i> para cada divisão CNAE da Indústria de Transformação (CNAE 10 a 33).	DGP/CNPq e CNAE/IBGE

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPq.

Notas:

- (1) A distribuição dos grupos de pesquisa classificados por grande área do conhecimento no recorte da base é bastante diversificada. A escolha da área Ciências Agrárias é utilizada para permitir comparabilidade com resultados de trabalhos anteriores que utilizaram a mesma área base (CALIARI *et al.*, 2016; CALIARI; RAPINI, 2017).
- (2) A escolha recai sobre o grande número de grupos de pesquisa na Região Sudeste, da ordem de 44% em 2014 e 42,2% em 2016.
- (3) A lista dos tipos de relacionamentos está presente na *Tabela 3*.
- (4) A lista dos tipos de remunerações da base DGP está presente na *Tabela 3*.

**Tabela 3.** Coeficientes das variáveis de controle

Variáveis de controle	Modelo 1 (somente 2016)	Modelo 3 (2014/2016)
Tipos de Relacionamento		
1. Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados	Base	Base
2. Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados	0.167	0.798
3. Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento de protótipo, cabeça de série ou planta-piloto para o parceiro	-4.045	-2.118
4. Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento/fabricação de equipamentos para o grupo	-2.964	-0.561
5. Desenvolvimento de <i>software</i> não-rotineiro para o grupo pelo parceiro	-36.55	-3.977
6. Desenvolvimento de <i>software</i> para o parceiro pelo grupo	-35.21	-38.47
7. Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro	-0.248	0.616

Variáveis de controle	Modelo 1 (somente 2016)	Modelo 3 (2014/2016)
8. Transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo	-35.77	-2.357
9. Atividades de consultoria técnica não englobadas em qualquer das categorias anteriores	-6.755*	-2.725*
10. Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	-1.668	-1.171
11. Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	-34.27	-39.75
12. Treinamento de pessoal do parceiro pelo grupo, incluindo cursos e treinamento em serviço	-36.53	-7.643*
13. Treinamento de pessoal do grupo pelo parceiro, incluindo cursos e treinamento em serviço	-33.3	-38.52
14. Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores	-2.041	0.291
Tipos de Remuneração		
1. Transferência de recursos financeiros do grupo para o parceiro	Base	Base
2. Transferência de recursos financeiros do parceiro para o grupo	-0.167	1.358
3. Fornecimento de bolsas para o grupo pelo parceiro	-0.595	1.117
4. Parceria sem a transferência de recursos de qualquer espécie, envolvendo exclusivamente relacionamento de risco	0.408	2.412
5. Parceria com transferência de recursos de qualquer espécie nos dois sentidos	1.275	1.874
6. Transferência de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo	-1.09	1.47
7. Transferência de insumos materiais para as atividades do parceiro	2.445	-0.723
8. Transferência física temporária de recursos humanos do grupo para as atividades do parceiro	2.666	-0.729
9. Transferência física temporária de recursos humanos do parceiro para as atividades de pesquisa do grupo	0.287	2.609
10. Outras formas de remuneração que não se enquadrem em nenhuma das anteriores	-0.277	3.242
CNAE Indústria de Transformação (10-33)		
10. Fabricação de Produtos Alimentícios	Base	Base
11. Fabricação de Bebidas	0.686	-3.034
12. Fabricação de Produtos do Fumo	-36.65	-40.04
13. Fabricação de Produtos Têxteis	-3.546	-2.156

Variáveis de controle	Modelo 1 (somente 2016)	Modelo 3 (2014/2016)
14. Confeção de Artigos do Vestuário e Acessórios	-35.73	-38.69
15. Preparação de Couros e Fabricação de Artefatos de Couro, Artigos para Viagem e Calçados	-1.707	-6.435
16. Fabricação de Produtos de Madeira	6.683**	1.226
17. Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel	3.798*	-0.0742
18. Impressão e Reprodução de Gravações	10.36*	3.486
19. Fabricação de Coque, de Produtos Derivados do Petróleo e de Biocombustíveis	-0.254	-2.030*
20. Fabricação de Produtos Químicos	-1.041	-2.972**
21. Fabricação de Produtos Farmoquímicos e Farmacêuticos	-1.948	-1.766
22. Fabricação de Produtos de Borracha e de Material Plástico	-2.017	-2.763
23. Fabricação de Produtos de Minerais Não-Metálicos	-3.859	-7.251***
24. Metalurgia	-0.444	-4.484**
25. Fabricação de Produtos de Metal, exceto Máquinas e Equipamentos	-1.633	-2.63
26. Fabricação de Equipamentos de Informática, Produtos Eletrônicos e Ópticos	-0.793	0.779
27. Fabricação de Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos	-0.0935	0.726
28. Fabricação de Máquinas e Equipamentos	0.772	0.317
29. Fabricação de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	-0.173	-0.0548
30. Fabricação de Outros Equipamentos de Transporte, exceto Veículos Automotores	-32.31	1.254
31. Fabricação de Móveis	6.552	2.197
32. Fabricação de Produtos Diversos	-1.76	0.307
33. Manutenção, Reparação e Instalação de Máquinas e Equipamentos	-0.548	-0.31

Fonte: *Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPq.*

Nota: (\*\*\*) (\*\*), (\*): significante a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

### 3. Discussões e resultados

A cumulatividade tecnológica mostra-se importante. Grupos de Pesquisa que geraram tecnologia em período anterior tendem a gerar mais ainda no período atual. O processo de aprendizado é cumulativo e a geração prévia de tecnologias favorece o desenvolvimento de conhecimentos específicos relacionados a atividades desta natureza dentro dos Grupos de Pesquisa. Esta é uma variável relevante no modelo, visto que sua inserção modifica (*i.e.*, diminui) a magnitude do coeficiente das demais, sem, no entanto, que sua significância desapareça. Além disso, os resultados de ajuste dos modelos que a incluem (pseudo-R<sup>2</sup>) são superiores aos dos que a excluem.

Ainda, grupos de pesquisa com maior eficiência científica (publicações/recursos humanos) e escala (fator *pessoal*) tendem a gerar mais tecnologia. Cabe ressaltar, porém, que os coeficientes do impacto destas variáveis são majorados quando excluída a geração de tecnologia defasada, o que poderia apontar para uma importância maior do que esses indicadores realmente possuem. De qualquer forma, a magnitude do coeficiente indica que tanto a *eficiência* quanto a *escala científica* (*i.e.*, número de pesquisadores) são importantes para modificar a capacidade de geração tecnológica, com maior impacto (pelo menos nos biênios analisados) na escala, resultado este condizente com o encontrado em De Negri e Squeff (2016), em estudo sobre as infraestruturas científicas no Brasil.

Tabela 4. Resultados dos modelos

Variáveis	Com variável defasada		Sem variável defasada	
	Apenas GPs com interações	Todos os GPs	Apenas GPs com interações	Todos os GPs
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	(somente 2016)	(somente 2016)	(2014/2016)	(2014/2016)
Tecnologia (t-1)	0,691***	0,329***		
Eficiência científica	0,207***	0,318***	0,696***	0,481***
Fator "Pessoal"	0,616*	1,118***	0,715***	1,661***
População	-0,000000257	-4,89E-08	-0,000000276**	-0,000000108***
PIB <i>per capita</i>	0,0165	0,00649	0,026	0,00757

Variáveis	Com variável defasada		Sem variável defasada	
	Apenas GPs com interações	Todos os GPs	Apenas GPs com interações	Todos os GPs
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	(somente 2016)	(somente 2016)	(2014/2016)	(2014/2016)
Tempo de atuação	0,0799	-0,00402	0,00431	0,00354
Interação (em t)	0,0154**	0,0400**	0,0426**	0,0524***
Interação internacional	-1,312	-0,376	-0,451	-0,88
Ciências Biológicas	-2,318	-1,442***	-0,932	-1,518***
Ciências da Saúde	0,157	-0,102	-2,038	-0,357
Ciências Exatas e da Terra	0,302	0,867**	0,906	0,618**
Engenharias	2,108*	1,620***	0,999**	2,101***
Ciências Humanas	-37,83	-0,264	-0,767	-0,566*
Ciências Sociais Aplicadas	-7,675	0,0307	-0,118	0,551*
Linguística, Letras e Artes	-38,56	-1,265**	-39,48	-1,220***
Sul	-1,065	0,075	-0,797	0,207
Nordeste	3,811**	0,478*	2,348**	0,11**
Centro-Oeste	1,915	0,273	2,620**	0,206
Norte	-4,107	0,177	-2,314	0,172
Constante	-8,106***	-5,931***	-9,154***	-4,840***
N	2358	26960	4593	54622
LR chi2	156,48	818,59	194,02	1371,54
Prob. > chi2	0,00	0,00	0,00	0,00
Pseudo-R2	0,094	0,048	0,046	0,030

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPq.

Nota: (\*\*\*), (\*\*), (\*): significante a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Os modelos são válidos, considerando a significância do teste qui-quadrado. A análise de cada coeficiente em separado mostra alguns padrões interessantes. Em consideração ao principal objetivo do trabalho, pode-se verificar que o número de interações realizado pelo grupo de

pesquisa no período atual aumenta a geração de tecnologia, resultado esperado, haja vista o já verificado na literatura (CALIARI *et al.*, 2016).

No entanto, a microfundamentação aqui sugerida - análise dos grupos, em detrimento das instituições -; e o recorte setorial das instituições parceiras - apenas empresas da Indústria de Transformação - apontam que o impacto da quantidade de interações no total de tecnologia gerada é menor que o medido anteriormente, com relevância bastante superior para *eficiência científica, escala científica e cumulatividade tecnológica*.

Tal resultado parece estar em consonância com o aumento da capacitação científica vivenciado no Brasil nos últimos anos (DE NEGRI; SQUEFF, 2016) e com a ainda deficiente relação entre ciência-tecnologia – e geração da última –, o que tem incitado uma participação mais ativa de políticas públicas no aumento da interatividade entre agentes científicos e produtivos (conforme os programas de fomento de interação U–E listados na introdução desse artigo). Cita-se como exemplo o programa estabelecido pelo CNPq em 2017, na modalidade doutorado acadêmico-industrial, que já tem como parceiros a Universidade Federal do ABC (UFABC), a Universidade Federal da Bahia (UFBA) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), com vistas a diminuir o *gap* entre os agentes, visto hoje como um dos principais entraves do sistema de inovação no Brasil (RAPINI *et al.*, 2017).

A interação de grupos de pesquisa com instituições internacionais não aponta qualquer impacto na capacidade de geração de tecnologia. Apesar de esse resultado parecer contraintuitivo, uma análise descritiva ajuda no entendimento. Considerando os dois biênios, 846 grupos de pesquisa interagem com instituições internacionais. Em 623 casos (74% do total), esses relacionamentos foram realizados com instituições de educação e, em 522 (62%), os relacionamentos visavam à “pesquisa científica sem consideração imediata dos resultados”, ou seja, de longo prazo. Estas informações apontam que tais interações estão ligadas a relacionamentos que vislumbram principalmente o desenvolvimento da ciência básica e possuem, portanto, menos impactos sobre as capacitações tecnológicas de curto prazo. Assim, tal resultado não desconsidera a relevância dos relacionamentos com instituições produtivas em nível internacional, mas simplesmente aponta que as interações são, principalmente, de caráter científico, com pouca relevância do desenvolvimento tecnológico de cunho mais aplicado.

As características socioeconômicas dos municípios onde os grupos de pesquisa estão localizados têm impacto quase nulo na capacidade de gerar tecnologia. Isso denota que políticas direcionadas à redução de desigualdade regional de C&T podem ter impacto importante sobre a capacidade tecnológica dos grupos de pesquisa em nível local. A existência de coeficientes significativos e

positivos para a Região Nordeste, em comparação à Sudeste, é um resultado importante que atesta tal informação. Com efeito, considerando todos os controles estabelecidos nos modelos, pode-se confirmar que o Nordeste brasileiro estabelece melhores resultados tecnológicos que as demais regiões, o que parece estar relacionado a uma estratégia virtuosa de regionalização do ensino superior perseguida nos últimos governos federais, desde 2003 (BRASIL, 2015; PIRES; SILVA, 2009). Ainda concernente à análise regional (e excluindo-se o Nordeste), apesar das demais regiões não possuírem indicadores melhores que o Sudeste, a não-significância indica que seus resultados são estatisticamente iguais, o que também já é interessante no que diz respeito à eficácia dessas políticas regionais para a geração local de tecnologia.

Um controle adicional do modelo foi estabelecido em relação à *maturidade* do grupo de pesquisa externada pelo seu tempo de atuação (a diferença entre o ano de sua criação e o ano final do censo). A ideia aqui é identificar a importância de curvas de aprendizado tecnológico (RITTER; SCHOOLER, 2002). Em nenhum dos modelos sugeridos o tempo de existência apresentou significância estatística, o que sugere que oportunidades podem ser alcançadas simplesmente pelo estabelecimento de competências correntes; ou seja, não há indicadores de barreiras temporais à entrada.

Ademais, pode-se verificar que as *Ciências Exatas e da Terra* e as *Engenharias* são as grandes áreas que mais geram tecnologias dentro nas universidades, resultado coerente com o postulado pelo Quadrante de Pasteur (STOKES, 2005) e também encontrado em estudo realizado na Petrobras (DE PELLEGRIN *et al.*, 2013). Caliar e Chiarini (2018) também destacam que tais áreas científicas são mais alinhadas ao Quadrante de Pasteur (em comparação entre elas com *Ciências Agrárias* e *Ciências Biológicas* e da *Saúde*), porém destacam que ainda existe um longo caminho, visto que parte significativa dos grupos de pesquisa destas áreas está mais próxima do Quadrante de Ruetsap.

## 4. Considerações finais

Do ponto de vista das universidades, os benefícios da interação com empresas levantados na literatura (MOWERY; SAMPAT, 2005) estão relacionados: i) ao acesso a recursos econômicos para pesquisa; ii) aos ganhos intelectuais, na medida em que a interação é fonte de novas ideias, de novos projetos e de troca de informações, permitindo o engajamento em novas redes de relacionamento; iii) à reputação.

No Brasil, os benefícios relacionados aos ganhos de conhecimento foram apontados como mais relevantes que os ganhos econômicos (GARCIA *et al.*, 2017), sendo um indicativo de que a cooperação com empresas fortalece e amplia a missão da universidade em termos da geração de conhecimento. Nesse contexto, um benefício relevante do relacionamento é favorecer que as universidades brasileiras deixem de ser “torres de marfim”, visto que, historicamente, estiveram dissociadas das necessidades industriais locais. Na ausência de demandas nacionais, a preocupação da comunidade científica foi legitimar-se perante a comunidade internacional (VELHO, 1996). Esta desconexão ainda se reflete na dificuldade de estabelecer um diálogo entre as partes (RAPINI *et al.*, 2017). Neste contexto, o desenvolvimento de tecnologias por parte das universidades é um indicativo de um esforço em se aproximarem das necessidades e demandas das empresas, deslocando a geração de ciência rumo ao Quadrante de Pasteur (CALIARI; CHIARINI, 2018).

Este trabalho procurou contribuir neste sentido, ao agregar novas evidências para esta discussão e analisar informações referentes aos grupos de pesquisa do CNPq nos dois últimos biênios – 2014 e 2016. Em suma, pretendeu-se avançar em relação ao desenvolvido em Caliar *et al.* (2016), ao se estabelecer uma análise pautada nos microdados do DGP e focada somente na interação com empresas da Indústria de Transformação. Os resultados encontrados são congruentes com os presentes na literatura e avançam ao demonstrar que o número de interações que o Grupo de Pesquisa realiza no período atual aumenta a geração de tecnologia, porém com impacto menor que o medido anteriormente em Caliar *et al.* (2016), sendo mais importantes demais características do Grupo de Pesquisa como *eficiência científica* (publicação por pesquisador), *escala científica* (número de pesquisadores) e *cumulatividade tecnológica* (tecnologia no período  $t-1$ ). Esses resultados sugerem, portanto, que a geração de tecnologia parece estar mais vinculada a possíveis transbordamentos das atividades de pesquisa e não ao fruto de conhecimentos gerados na cooperação com empresas. Isto, inclusive, auxilia na explicação do elevado número de patentes nas universidades públicas federais brasileiras que não conseguem ser licenciadas, visto que são geradas sem uma preocupação de aplicação.

Finalmente, resultados adicionais evidenciam que: i) as interações com instituições parceiras internacionais são de cunho principalmente científico, não impactando a geração de tecnologia; ii) as políticas de diminuição de desigualdades regionais surtiram efeito no território brasileiro, visto a relevância da geração de tecnologias na Região Nordeste e a paridade entre as demais regiões; e iii) há predominância de geração de tecnologia para grupos das *Ciências Exatas* e da *Terra e Engenharias*.

Em termos de implicações para a política de inovação, o foco na internacionalização científica, ainda que relevante para acessar o conhecimento de fronteira, não tem funcionado como “antena” ou “instrumento para focalizar a direção do progresso tecnológico” (*focusing device*) (ALBUQUERQUE, 2001). Os resultados também indicam, no entanto, a importância de dar continuidade aos esforços das políticas de C&T para reduzir as desigualdades regionais.

E por fim, os resultados também evidenciam a importância do foco nas áreas do Quadrante de Pasteur no fomento à cooperação U–E, visto que, nestas áreas, a interação poderá, simultaneamente, resultar em avanços no conhecimento científico e em uma aplicação. O superdimensionamento dos benefícios desse relacionamento, sem a devida consideração acerca da relevância das áreas do conhecimento, leva à perda de recursos e de esforços.

## Referências

ALBUQUERQUE, E. Scientific infrastructure and catching-up process: notes about a relationship illustrated by science and technology statistics. *Revista Brasileira de Economia*, v.55, p.545-566. 2001.

ALVAREZ, R.B.; KANNEBLEY, S.; CAROLO, M.D. O impacto da interação universidade-empresa na produtividade dos pesquisadores: uma análise para as ciências exatas e da terra nas universidades estaduais paulistas. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 12, p. 171-206, 2013.

AUDRETSCH, D.B.; LEHMANN, E.E. Do University policies make a difference? *Research Policy*, 34, p. 343–347, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **A democratização e expansão da educação superior no Brasil: 2003-2014.** 2015. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=16762-balanco-social-sesu-2003-2014&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16762-balanco-social-sesu-2003-2014&Itemid=30192).

BRASIL. Presidência da República. **Decreto-Lei n.º 719 de 31 de julho de 1969.** Cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e dá outras providências, Brasília, 1969. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0719.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0719.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 10.168, de 29 de dezembro de 2000.** Institui contribuição de intervenção de domínio econômico destinada a financiar o Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para o Apoio à Inovação e dá outras providência. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L10168.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10168.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 10.973, de 2 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 3 dez. 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/l10973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10973.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 11.540, de 12 de novembro de 2007**. Dispõe sobre o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT; altera o Decreto-Lei no 719, de 31 de julho de 1969, e a Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11540.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11540.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei no 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei no 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei no 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei no 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei no 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei no 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei no 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional no 85, de 26 de fevereiro de 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm).

CALIARI, T.; CHIARINI, T. Análisis de los grupos de investigación de las áreas científicas con mayor aplicabilidad productiva en el Brasil: competencias e interacciones con las empresas. **Apuntes**, 82, p. 69–96. 2018.

CALIARI, T.; RAPINI, M.S. Diferenciais da distância geográfica na interação universidade-empresa no Brasil: um foco sobre as características dos agentes e das interações. **Nova Economia**. 2017.

CALIARI, T.; SANTOS, U.P. dos; MENDES, P.S. Geração de Tecnologia em Universidades / Institutos de Pesquisa e a Importância da Interação com Empresas: Constatações através da Base de Dados dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Análise Econômica**, v. 34, n. 66, p. 285-312. 2016.

CARNEIRO, S.J.; LOURENÇO, R. Pós-graduação e pesquisa na universidade. In: VIOTTI, E.B.; MACEDO, M. (Orgs.). **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Editora da Unicamp. 2003, p. 169-227.

CARRIJO, M.C.; BOTELHO, M.R.A. Cooperação e inovação: uma análise dos resultados do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe). **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas-SP, v. 12, n.2, p. 417-448, jul./dez. 2013.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. de H.S. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil** 1.ed. Brasília: IPEA. 2016.

DE PELLEGRIN, I.; NUNES, M.P.; ANTUNES JUNIOR, J.A.V. Impacto tecnológico dos projetos desenvolvidos pela Petrobras em parceria com instituições de ensino e pesquisa da região sul do Brasil. In: TURCHI, L.M.; DE NEGRI, F.; DE NEGRI, J.A. (org). **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades centros de pesquisa e firmas brasileiras**. Brasília: IPEA: Petrobras, 2013. p. 267-320.

ETZKOWITZ, H. Anatomy of the entrepreneurial university. **Social Science Information**, v. 52, n. 3, p. 486–511. 2013.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Introduction to special issue Building the entrepreneurial university: a global perspective. **Science and Public Policy**, v. 35, n. 9, p. 627–635. 2008.

FREEMAN, C. Formal Scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation. In: LUNDVALL, B-A. **National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. Anthem Press, London, UK. 1992

GARCIA, R.; ARAÚJO, V.C.; MASCARINI, S.; SANTOS, E.G.; COSTA, A.R. The academic benefits of long-term university-industry collaborations: a comprehensive analysis. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 45., 2017, Natal. **Anais...**, 2017.

GUERRERO, M.; CUNNINGHAM, J.A.; URBANO, D. Economic impact of entrepreneurial universities' activities: An exploratory study of the United Kingdom. **Research Policy**, n. 44, p. 748–764. 2015.

JAFFE, A. B. Real effects of academic research. **American Economic Review**, v. 79, n. 5, p. 957-970, 1989.

KANNEBLEY, S.; CAROLO, M.D.; NEGRI, F. Impacto dos Fundos Setoriais sobre a produtividade acadêmica de cientistas universitários. **Estudos Econômicos**, v. 43, p. 647-685, 2013.

LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations. **Science and Public Policy**, v. 23, n. 5, p. 279-286, 1996.

LUNDVALL, B-Å. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. *et al.* (Eds.). **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter, 1988, p. 349-369.

MOURA, M.G.G. de. **Avaliação do Fundo Verde-Amarelo: origens, evolução e resultados.** 129 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) – Universidade Federal do Paraná, 2017.

MOWERY, D.; SAMPAT, B. Universities in national innovation systems. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. **The Oxford handbook of innovation.** Oxford: Oxford University Press. 2005.

PIRES, A.C.; SILVA, M.C.P. Políticas de regionalização da Capes: limites e potencialidades para a história da educação superior no Norte e Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: O estado e as políticas educacionais no tempo presente, 5. Uberlândia. 2009. **Anais ...** 2009.

RAPINI, M.S. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do diretório dos grupos de pesquisa do CNPQ. **Estudos Econômicos**, n. 37, p. 211-233. 2007.

RAPINI, M.S.; CHIARINI, T.; BITTENCOURT, P. Obstacles to innovation in Brazil. **Industry & Higher Education**, v.31, p. 168-183, 2017.

RAPINI, M. S. Cooperação universidade-empresa: realidade e desafios. In: Eduardo da Motta e Albuquerque; Mônica Viegas. (Org.). **Alternativas para uma crise de múltiplas dimensões.** 1ed. Belo Horizonte: Cedeplar, 2018, p. 375-389.

RITTER, F.E.; SCHOOLER, L.J. The learning curve. In: INTERNATIONAL ENCYCLOPEDIA OF THE SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES. Amsterdam: Pergamon. 2002. **Anais...** 2002. p. 8602–8605.

ROESSNER, D.; BOND, J.; OKUBO, S.; PLANTING, M. The economic impact of licensed commercialized inventions originating in university research. **Research Policy**, v. 42, n. 1, p. 23–34. 2013.

SABATO, J.A. **Ensayos en campera.** Buenos Aires: Juarez Editor, 1979.

SALLES FILHO, S. Quanto vale o investimento em ciência, tecnologia e inovação? **ComCiência**, n. 129, 10 jun. 2011. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=67&id=848>.

STOKES, D.E. **O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica.** Campinas: UNICAMP, 2005.

TOBIN, J. Estimation of relationships for limited dependent variables. **Econometrica**, v. 26, n. 1, p. 24–36, 1958

TORRES, P.H.; BOTELHO, M. dos R.A. Financiamento à inovação e interação entre atividades científicas e tecnológicas: uma análise do PAPPE. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP), v. 17, n. 1, p. 89-118, jan./jun. 2018

TURCHI, L.M.; DE NEGRI, F.; DE NEGRI, J.A. (org). Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades centros de pesquisa e firmas brasileiras. Brasília: IPEA: Petrobrás, 2013.

VELHO, L. **Relações universidade-empresa**: desvelando mitos. Campinas, SP: Autores Associados, 1996. (Coleção Educação Contemporânea).

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION - WIPO. **Technology transfer in countries in transition**: policy and recommendations. Geneva: WIPO, Division for Certain Countries in Europe and Asia, 2012.

# Moldando o futuro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Rita de Cássia Scardine Lopes<sup>1</sup>, Marconi Edson Esmeraldo Albuquerque<sup>2</sup>,  
Ricardo Gonçalves da Silva<sup>3</sup>, Cristiano Hugo Cagnin<sup>4</sup> e Mayra Juruá Gomes de Oliveira<sup>5</sup>

## Resumo

O artigo destaca os insights, a metodologia, os resultados e impactos de um processo de construção de cenários aplicado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em esforço recente para a elaboração de um plano estratégico, a instituição definiu objetivos e indicadores de longo prazo e elaborou uma carteira de projetos prioritários e um plano operacional associado 2015-2025. Atualmente, o CNPq está revisando seu plano estratégico, com os propósitos de: definir uma visão de futuro que contribua com

## Abstract

*The paper highlights the insights, methodology, results and impacts from a future-oriented process applied by Brazilian National Council for Scientific And Technological Development (CNPq). In a recent effort building a strategic plan, this institution defined long-term objectives and indicators, and depicted a portfolio of priority projects and an associated operational plan 2015-2025. Currently, CNPq is revising its strategic plan with the aim of: to design a future vision to reposition itself in the Brazilian Science, Technology and Innovation System*

- 
- 1 Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pelo programa de pós-graduação coordenado em parceria pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS); Fundação Universidade Federal de Rio Grande (FURG) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Analista em Ciência e Tecnologia do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
  - 2 Doutor em Política Científica e Tecnológica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Analista em Ciência e Tecnologia do CNPq.
  - 3 Doutor em Política Social pela Universidade de Brasília (UnB). Analista em Ciência e Tecnologia do CNPq.
  - 4 PhD pela Universidade de Manchester. Assessor do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).
  - 5 Mestre em Estudos Comparados Sobre as Américas pela UnB. Assessora do CGEE.

o seu reposicionamento no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI); refinar as ações necessárias para moldá-lo; e, finalmente, estabelecer projetos prioritários a serem implementados para o alcance do futuro desejado. Espera-se, também, que esse movimento gere subsídios a uma estrutura de avaliação direcionada aos próximos quatro planos plurianuais.

*(SNCTI); to refine the necessary actions to actively shape it; and, finally, to define priority projects to be implemented to move towards such desired future. It is also expected that this movement generates subsidies to an evaluation framework for the next four National Government Planning Budget (PPA).*

**Palavras-chave:** Estratégia. Prospectiva. Construção de cenários.

**Keywords:** Strategy. Foresight. Building of scenarios.

## 1. Introdução

Passados 67 anos de sua criação, o papel do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na construção de capacidades científicas e tecnológicas do Brasil é inegável. O balanço de sua contribuição para a formação da base científica nacional e de um patrimônio intelectual é positivo, reafirmando-o como essencial para o desenvolvimento do País.

Em 2011, o CNPq desenvolveu um planejamento estratégico, em que modificou sua missão e visão institucional e definiu as principais direções para o futuro. Entre 2012 e 2015 foram implantados o Mapa Estratégico Institucional e um plano de ação nos níveis tático e operacional. Definiu-se, a partir daí, um portfólio de projetos, dos quais alguns foram executados, mas aqueles de maior complexidade e com possibilidades reais de impulsionar mudanças institucionais não foram abordados.

Com base nessas iniciativas, assim como na premissa de que as mudanças no ambiente de Ciência & Tecnologia (C&T) ocorrem de forma acelerada, o CNPq decidiu rever seu plano de ação. O caminho seguido foi desenvolver um estudo prospectivo com o objetivo de identificar cenários futuros para o horizonte de 2035, compreendendo quatro períodos orçamentários. Um dos cenários obtidos foi definido como normativo desejado, ou seja, uma visão de futuro que servirá de base para a revisão do plano estratégico da instituição e de sua carteira de projetos.

O presente trabalho descreve o processo de construção dos cenários elaborados pela equipe de planejamento do CNPq, com a assessoria de equipe técnica do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e a participação de alguns servidores da própria agência e outros *stakeholders*.

## 2. Arranjo metodológico e resultados de sua aplicação

Os métodos empregados para pensar o CNPq no futuro foram a Construção de Cenários e a *Causal Layered Analysis*. Além disso, foram feitas mineração de textos e visualização de dados para a caracterização e contextualização das sete dimensões que estruturam a atuação da agência, ou seja: Inovação; Compromisso Social; Internacionalização; Monitoramento e Avaliação; Interação e Integração com Parceiros; Modelo de Gestão; e Transversalidade. Tais dimensões foram definidas a partir de uma survey que envolveu cerca de 40 mil pessoas (entre *policy makers*, pesquisadores, dirigentes de centros de pesquisa, etc.).

A abordagem metodológica compreendeu as quatro etapas mostradas na Figura 1 e brevemente descritas a seguir:

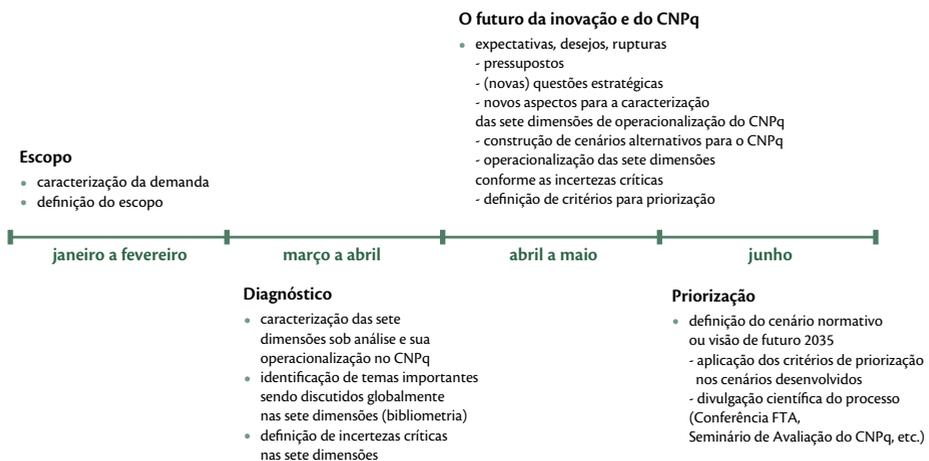


Figura 1. Abordagem metodológica empregada na construção de cenários prospectivos para o CNPq

## 2.1. Etapa I: Diagnóstico

Por meio de grupos focais de servidores do CNPq, buscou-se compreender como a instituição opera nas sete dimensões estratégicas e identificar incertezas críticas relativas a cada uma. Essas incertezas foram:

- i. *Inovação*: arranjos institucionais; indicadores; e formação de recursos humanos para os esforços de inovação.
- ii. *Modelos de Gestão*: modelos de fomento e operacionalização da pesquisa; critérios para avaliar políticas, programas e projetos; fontes de financiamento, incluindo formas de alocação de recursos; tamanho, perfil, habilidades e competências requeridas da força de trabalho; e estrutura organizacional.
- iii. *Compromisso Social*: fomento de tecnologias sociais; impactos sociais e ambientais da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) – princípios de pesquisa e inovação responsáveis; e engajamento público na definição das prioridades de CT&I.
- iv. *Internacionalização*: ambiente regulatório e normativo; recursos financeiros para a cooperação internacional; e diversificação de atores para CT&I - empresas, Organizações Não Governamentais (ONG), cidadãos, etc.
- v. *Monitoramento e Avaliação*: modelos de monitoramento e avaliação de fomento à CT&I; infraestrutura de monitoramento e avaliação; e instrumentos para medir o desempenho institucional.
- vi. *Interação e integração com parceiros*: formas e meios de interação e integração; processos e práticas de trabalho; e inteligência estratégica e influência na colaboração com parceiros.
- vii. *Transversalidade*: mecanismos de apoio às pesquisas transversais e interdisciplinares; apoio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) à transversalidade; e formação de recursos humanos para a transversalidade.

Em paralelo, por meio de análise documental, foram identificados as principais tendências e os sinais fracos, que foram recuperados no debate. Um estudo comparativo com as principais agências de fomento no mundo – National Science Foundation (NSF), European Science Foundation (ESF), Research Councils UK (RCUK), etc. – foi levado a cabo, visando a entender como o CNPq deve se posicionar no futuro e refletir sobre novas formas pelas quais pode cumprir

sua missão. Além disso, foi feita pesquisa bibliométrica, a partir de artigos da base *Scopus*, para identificar como as sete dimensões eram vistas globalmente.

Várias consultas foram feitas para a pesquisa e seleção de artigos que relacionassem os temas CT&I e *agências de financiamento*. Após refinamentos, chegou-se a um banco de artigos científicos que foi o ponto de partida para a posterior investigação de todos os potenciais artigos de interesse de uma agência de fomento e das dimensões estratégicas para o CNPq.

Em seguida, foram realizadas consultas específicas e investigações aprofundadas para cada uma das dimensões. O critério de análise foi a seleção de artigos relacionados a políticas públicas. No refinamento, também foram considerados outros, publicados nos últimos 10 anos, bem como a relevância científica, captada pelas citações. Desse modo, os artigos restantes para cada dimensão tiveram seus títulos e resumos analisados. Os elementos-chave organizados por dimensão estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Elementos-chave por dimensão estratégica

Inovação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Arranjos institucionais:</b> i) parcerias universidade-indústria-governo; ii) financiamento privado de pesquisa.</li> <li>- <b>Novo:</b> i) promoção de outros modos de inovação (<i>i.e.</i> organizacional); ii) agência de conhecimento em vez da agência de CT&amp;I; iii) agência de fomento que opera como articulador do sistema de CT&amp;I e <i>knowledge brokerage</i>.</li> </ul>
Modelos de gestão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Modelos para fomentar e operacionalizar a pesquisa, critérios para avaliar projetos, programas e políticas, e fontes de financiamento, incluindo formas de alocação de recursos:</b> i) estrutura para financiamento de pesquisa interdisciplinar; ii) pesquisa baseada em projetos ou desafios; iii) <i>crowdsourcing</i>; iv) <i>crowdfunding</i>; v) processos decisórios democráticos e transparentes; vi) indicadores para medir o impacto e a própria instituição.</li> <li>- <b>Tamanho, perfil, habilidades e competências requeridas da força de trabalho:</b> i) formação de líderes; ii) equipes multi e transdisciplinares; iii) comunicação interna e externa; iv) inteligência estratégica para a antecipação de desafios futuros; v) capacitação e participação em fóruns de CT&amp;I.</li> <li>- <b>Estrutura organizacional:</b> i) aumento da carga administrativa para os pesquisadores; ii) influência na tomada de decisão; iii) organização coletiva com foco no planejamento estratégico de longo prazo; vi) mudança cultural; v) mobilidade interna.</li> <li>- <b>Novo:</b> ambiente regulatório e normativo.</li> </ul>
Compromisso social	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Fomento de tecnologias sociais:</b> i) inclusão produtiva dos cidadãos; ii) redução de desigualdades sociais e econômicas; iii) participação em fóruns de Pesquisa e Desenvolvimento (P&amp;D) e de órgãos de tomada de decisão.</li> <li>- <b>Impactos socioambientais da CT&amp;I (princípios de pesquisa e inovação responsável):</b> i) tradução do conhecimento (traduzindo os resultados e impactos da pesquisa para a sociedade); ii) <i>expertise</i> interacional (<i>dual road research-society</i>); iii) ampliar a compreensão atual dos mecanismos capazes de interligar a produção de conhecimento e o desenvolvimento da sociedade, bem como a apropriação social do conhecimento.</li> <li>- <b>Engajamento público na definição das prioridades de pesquisa:</b> i) <i>knowledge brokerage</i>; ii) ciência cidadã; iii) avaliação das necessidades de pesquisa; iv) educação e identidade.</li> </ul>
Internacionalização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nada de novo</li> </ul>

---

▲

<b>Monitoramento e avaliação</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Modelo de monitoramento e avaliação para fomentar a CT&amp;I: i) pesquisa de acesso aberto (i.e. dados); ii) <i>crowd-authoring</i>.</li><li>- Instrumentos de monitoramento e avaliação para medir o desempenho institucional: i) indicadores de desempenho; ii) indicadores para medir a missão institucional; iii) indicadores para medir o avanço do conhecimento; iv) indicadores para medir o impacto social.</li></ul>
<b>Interação e integração com parceiros</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Modelo de monitoramento e avaliação para fomentar a CT&amp;I: i) pesquisa de acesso aberto (i.e. dados); ii) <i>crowd-authoring</i>.</li><li>- Instrumentos de monitoramento e avaliação para medir o desempenho institucional: i) indicadores de desempenho; ii) indicadores para medir a missão institucional; iii) indicadores para medir o avanço do conhecimento; iv) indicadores para medir o impacto social.</li></ul>
<b>Interação e integração com parceiros</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Formas e meios para interação e integração: i) interoperabilidade de metadados.</li></ul>
<b>Transversalidade</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mecanismos de apoio à pesquisa interdisciplinar: i) indicadores de produção e avaliação de conhecimentos transversais, bem como de impactos na formulação de políticas de CT&amp;I e na gestão da pesquisa.</li><li>- Apoio das TICs à transversalidade: i) pesquisa em rede.</li><li>- Formação de recursos humanos para a transversalidade: i) construção de uma cultura de transversalidade.</li></ul>

---

Fonte: Elaborada pelos autores.

## 2.2. Etapa II: Premissas de futuro e questões-chave

Um exercício de *Futures Literacy* foi realizado para trazer à tona suposições sobre o futuro no CNPq, desenvolver uma visão mais disruptiva e identificar questões estratégicas. Na prática, surgiram narrativas diversas, fruto de inteligência coletiva e construção de significados. O processo visou ao desenvolvimento de uma compreensão profunda sobre como é feita a operação em sistemas conhecidos (ao menos parcialmente), bem como em desconhecidos. Assim, é possível detectar novidades, seja por meio de um modelo baseado em previsões e expectativas sobre o futuro; ou de outro, disruptivo, cujo objetivo é reduzir ou eliminar barreiras preditivas ou normativas. Ao participar de tal processo - uma forma de autoconsciência (metacognição), na qual a antecipação é trazida de um modo que o futuro existe no presente -, uma compreensão ampliada da antecipação (modelos, sistemas e processos) é obtida via *learning-by-doing* (MILLER, 2011; MILLER 2007).

A hipótese inicial é de que decisões que adotam a complexidade e o tratamento da incerteza como recursos (e não como ameaças) exigem que se use o futuro para expandir a compreensão do presente. Construir essa capacidade requer que a antecipação seja exposta de uma forma que o futuro exista no presente. Torna-se, então, claro que a consciência humana, em seu processo de busca e escolha, usa uma série de sistemas antecipatórios para imaginar e usar o

futuro na tomada de decisões. Uma abordagem como essa característica permite, portanto, que formuladores de políticas, tomadores de decisão e indivíduos tenham uma capacidade expandida de questionar e criar hipóteses antecipatórias que baseiem suas escolhas (CAGNIN, 2018; MILLER, 2011; MILLER 2007).

Em termos práticos, os 25 participantes da Oficina *Futures Literacy* foram divididos em cinco grupos. Na primeira fase, eles explicitaram suas expectativas ou previsões, isto é, o que acreditam que acontecerá no horizonte de tempo definido, bem como seus desejos ou valores, ou seja, o que gostariam de ver acontecer neste período.

Na segunda fase, foi proposto um modelo com o objetivo de alterar as condições de mudança, aquelas que são consensuais em determinado tempo e espaço. Isso permitiu uma experimentação prática das premissas antecipatórias na formação de futuros imaginados e o potencial para enfrentar o desafio criativo de inventar futuros baseados em novos paradigmas.

Na terceira fase, foi examinado como certas suposições antecipatórias influenciam a compreensão do presente e como certas imagens do futuro podem trazer significado a diferentes aspectos do agora. Aqui, o desafio foi pensar em novas questões, como aquelas que poderiam ter sido consideradas sem importância ou incompreensíveis, se os participantes não tivessem se empenhado em imaginar o futuro usando diferentes pressupostos antecipatórios.

Para facilitar a explicitação do conhecimento dos participantes, foi empregado o método *Causal Layered Analysis* (CLA) (INAYATULLAH, 1998). Nessa etapa, eles tiveram que apresentar suas ideias e formar, em seus grupos, uma narrativa, usando as seguintes categorias:

- i) manchetes ou senso comum;
- ii) natureza ou atributo de sistemas;
- iii) pontos de vista de atores específicos; e
- iv) mito ou metáfora que capta o espírito ou ideia central de cada cenário e que se conecta às outras camadas da análise.

A essas categorias/camadas de análise foi adicionada outra para facilitar a compreensão a respeito de como atores específicos da área de CT&I, incluindo agências do fomento, se comportam nas sete dimensões que moldam a operação do CNPq em cada um dos cenários desenvolvidos. Com isso em mente, a questão usada para conduzir a primeira fase foi: qual é o futuro da inovação

em 2035? O objetivo do CLA foi descerrar o presente e o passado para criar futuros alternativos, a partir da premissa de que indivíduos, organizações e civilizações veem o mundo de diferentes pontos de vista.

Na segunda fase, os participantes trabalharam o modelo de ressignificação chamado de *learning intensive society* (MILLER, 2012). Tal modelo altera as condições de mudança para questionar e estimular o desenvolvimento de novas hipóteses antecipatórias, reformulando o desafio dos papéis desempenhados por uma agência de fomento em seu ambiente de atuação.

Na prática, os integrantes de cada grupo escolheram um personagem (e.g. robô, desenho animado, humorista, artista) e descreveram como ele viveria, trabalharia, estabeleceria relações, teria lazer, entre outros elementos descritivos da sociedade. Este exercício permitiu que os participantes descrevessem um cenário rico para o modelo futuro disruptivo fornecido. Além disso, eles tiveram que pensar sobre o público e os formatos de uma exposição que comunicaria as formas em que uma agência de fomento imaginária funcionaria. Os participantes foram instados a pensar em um museu da CT&I no futuro, a partir de protótipos imaginários de tal exibição, seguidos de uma narrativa para descrevê-lo.

Por fim, nessa etapa, foi empregado o *world café* (BROWN; ISAACS, 2005). Esse método permitiu aos participantes identificar e destacar nove questões, a partir das quais foi possível elaborar novas maneiras de melhorar e transformar o sistema existente, concebendo configurações ou sistemas disruptivos mais bem posicionados para promover, no futuro, caminhos alternativos ao CNPq. Tomando como base esse exercício, é importante destacar os seguintes resultados:

i. Visão

- a. O CNPq é um órgão flexível e dinâmico, com capilaridade, fluidez e capacidade de adaptação às diferentes demandas, o que o torna relevante no seu papel de assessoramento ao Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).
- b. O CNPq define e adota sua própria agenda para criar programas e projetos desenvolvidos na e pela agência. A promoção da CT&I continua presente em sua missão institucional, baseada em um novo modelo que considera: o desenvolvimento de redes de pesquisa; mecanismos adequados para apoiar projetos e programas multidisciplinares e transversais; e bases de dados compartilhadas, o que facilita a operacionalização transversal da indução à pesquisa e inovação, bem como a articulação e integração com diferentes parceiros.

- c. O CNPq adota mecanismos efetivos para estimular a difusão e a apropriação do conhecimento gerado na pesquisa que promove.
  - d. O CNPq possui um número menor de servidores atuantes na agência, porém, com maiores: qualificação, espaço nacional para realizar seu trabalho, capacidade gerencial, mobilidade interna e interação.
- ii. Internacionalização
- a. Atualmente, a internacionalização da CT&I é um processo consolidado. Apesar disso, o CNPq e o Brasil não registram participação efetiva nesse esforço, muito menos na definição de uma agenda internacional de pesquisa. Torna-se necessário, portanto, o desenvolvimento dessa agenda. Assim, o CNPq passa a operar na modelagem da CT&I, de modo semelhante a outras agências de fomento.
  - b. O CNPq abre filiais no exterior; cria mecanismos avançados de apoio; e amplia o número de consultores estrangeiros na avaliação de projetos e programas, com base no aprendizado do Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT).
  - c. O CNPq conta com maior participação de seu quadro de servidores nos fóruns internacionais relevantes.
  - d. O CNPq estimula redes; cooperação internacional; e grupos de pesquisa multidimensionais, multinacionais e colaborativos, todos baseados em uma infraestrutura compartilhada, incluindo laboratórios, telescópios ou ambientes como a Antártida.
  - e. O CNPq estabelece parâmetros para colaboração de contrapartida, reciprocidade e transferência de tecnologia.
  - f. Novos atores passam a atuar nos comitês científicos do CNPq, com participação na definição de objetivos e projetos associados.
  - g. Um fundo internacional para o desenvolvimento científico e tecnológico é criado, com participação do CNPq, a fim de que haja disponibilidade de recursos para financiar projetos de cooperação internacional.

### iii. Interação e integração com parceiros

- a. Integração e interação com outras agências ou instituições ocorrem de forma mais equilibrada e mais justa.
- b. A integração é institucionalizada no CNPq, por meio de processos organizacionais claros e formalizados, além de seminários permanentes, com a participação de potenciais parceiros.
- c. Novos parceiros são identificados, bancos de dados são compartilhados, as equipes atuam em rede e a instituição interage mais com agências nacionais e internacionais.
- d. Os gestores articulam parcerias no âmbito do SNCTI, estabelecendo protocolos com diferentes entidades, visando a soluções coletivas voltadas a problemas ou desafios sociais detectados.
- e. O CNPq detém competência em inteligência estratégica na prospecção de parcerias e na captação de recursos financeiros ou orçamentários.

### iv. Transversalidade

- a. São criados mecanismos que encorajam pesquisas multidisciplinares, baseadas em problemas sociais e desafios a serem enfrentados.
- b. As TIC no CNPq (bancos de dados, sistemas de informação, plataformas, etc.) ajudam na definição de estratégias para detectar problemas socioeconômicos; na articulação com atores nacionais e internacionais; e na identificação, no monitoramento e na avaliação de projetos transversais.
- c. O pessoal do CNPq é capacitado nessa temática e dispõe de instrumentos para o tratamento de demandas multi e transdisciplinares.

### v. Inovação

- a. A inovação como foco no cidadão e no bem-estar social é fomentada.
- b. O orçamento próprio do CNPq permite que a instituição defina e priorize ações de apoio à inovação.

- c. O CNPq intensifica ações de formação de recursos humanos para a inovação e o estímulo a *habitats* de inovação (parques e pólos tecnológicos, incubadoras etc.).
- d. Os indicadores de inovação são usados nas diferentes etapas da avaliação dos projetos e programas de pesquisa.

vi. Compromisso social

- a. As ações, decisões e resultados do CNPq são mais transparentes.
- b. O CNPq adota princípios de *Pesquisa e Inovação Responsável* na execução de seus programas de fomento.
- c. A promoção e o financiamento de CT&I no CNPq baseiam-se em demandas socioeconômicas (*mission oriented*).
- d. O CNPq impulsiona a promoção de tecnologias sociais, enfatizando a necessidade de inclusão produtiva.
- e. A instituição conecta conhecimento científico e não científico na construção de soluções efetivas para problemas sociais.

vii. Modelos de gestão

- a. A estrutura hierárquica do CNPq foi revista e a instituição agora trabalha conectando e otimizando competências, com foco em projetos, em vez de estruturas e demandas isoladas. Essa configuração permite maior eficácia com um número reduzido de funcionários.
- b. Existem canais de escuta e diálogo permanente com a sociedade, que subsidiam o processo decisório da instituição e sua gestão operacional.
- c. O CNPq adota um modelo de gestão descentralizado e democrático, por meio do qual a equipe técnica participa dos processos decisórios e eletivo da diretoria. Esta, por sua vez, tem consciência do planejamento estratégico de longo prazo e se compromete com sua execução, seu monitoramento e sua avaliação.

- d. O sistema de avaliação de desempenho do pessoal do CNPq (360º) é utilizado de forma eficaz para identificar potenciais lideranças na instituição.
- e. Processos de trabalho e estruturas organizacionais são definidos com base no plano estratégico.
- f. É criado um programa de mobilidade de servidores (interno e externo), com critérios formais e transparentes.
- g. A estratégia de comunicação institucional fortalece a interação interna e a relação com a sociedade.

#### viii. Monitoramento e avaliação

- a. O foco da atuação do CNPq passa a ser nos resultados e objetivos, ao invés da prestação de contas apenas dos projetos de pesquisa apoiados.
- b. Como uma agência de conhecimento, o CNPq possui um planejamento de longo prazo, com projetos bem definidos, todos executados, monitorados e avaliados continuamente.
- c. O CNPq implementa ferramentas de monitoramento e avaliação do desempenho institucional.
- d. O CNPq dispõe de instrumentos e indicadores eficazes para avaliar os impactos (econômicos, sociais e culturais) dos projetos que apoia.
- e. A *expertise* do pessoal técnico é efetivamente usada em processos de avaliação do fomento e promoção da CT&I, bem como na formulação de políticas públicas.
- f. O CNPq adota um novo modelo de acompanhamento e avaliação do fomento, incorporando um sistema de informação, que permite o cruzamento de dados (de acordo com uma ampla gama de variáveis), e um conjunto personalizado de relatórios técnicos, entre outros recursos.
- g. O CNPq possui um sistema de informações para apoiar a execução e o monitoramento de seu plano estratégico. Esse sistema está disponível em uma sala de situação onde ocorrem as reuniões de revisão da estratégia.

Esses resultados ajudaram na preparação da *workshop* de construção de cenários e no processo de construção da visão de futuro, detalhados nas seções seguintes.

### 2.3. Etapa III: Construção de cenários prospectivos

A construção de cenários é um dos principais métodos usados no *foresight*. Trata-se de futuros alternativos, gerados a partir da lógica intuitiva, com o uso de dados quantitativos e de informações baseadas em evidências e/ou ricas descrições qualitativas de futuros possíveis (VAN DUJINE; BISHOP, 2018). Muitas vezes, os cenários são plausíveis e surpreendentes, mas, em algumas situações, o objetivo é perturbar e desviar o olhar para o que é implausível, impossível e improvável. Em todo caso, o intuito é gerar uma narrativa significativa sobre o futuro, fundamentada em evidências, intuição e imaginação.

Nesse contexto, o exercício contou com a utilização de um processo estruturado em quadrantes. O grupo da Área de Planejamento do CNPq e a equipe do CGEE definiram, em diversas reuniões, as variáveis adotadas, ou seja: Governança (nacionalismo vs globalização); e Produção de conhecimento, bens e serviços (inclusiva, aberta e sustentável vs excludente, concentradora e proprietária). A Figura 2 mostra a estrutura usada para definir os quatro cenários.



**Figura 2.** Estrutura dos cenários alternativos para o CNPq

Fonte: Elaborada pelos autores.

O *workshop* contou com 24 participantes, dos quais, metade era de servidores do CNPq e a outra metade, composta por representantes de diferentes instituições do SNCTI. Eles foram divididos em quatro grupos com seis integrantes, sendo três deles servidores do CNPq. Inicialmente, cada grupo desenvolveu uma fotografia do futuro, olhando para 2035. Na sequência, projetaram marcos importantes, entre os dias atuais e 2035, para cada um dos sistemas STEEPV - Social,



## 2.4. Etapa IV: Definição de uma visão de futuro ou cenário normativo

Os workshops geraram cinco cenários:

- i. visão disruptiva para o CNPq, com descrições das sete dimensões de interesse para a instituição;
- ii. *Ilha da fantasia*;
- iii. *Elysium*;
- iv. *Gigante acorrentado*; e
- v. *A vida com ela é*.

Uma visão de futuro normativa desejada foi definida com base nos critérios:

- Probabilidade (das descrições de cenário ocorrerem);
- Influência do CNPq (na ocorrência das descrições de cenário); e
- Fortalecimento do CNPq (caso as descrições de cenário ocorram).

O resultado foi a seguinte narrativa do CNPq em 2035:

*Em 2035 o CNPq torna-se uma agência de conhecimento capaz de influenciar as dimensões estratégicas da Política Nacional de CT&I.*

### Cenário

*A aceleração da robótica e da inteligência artificial e sua penetração no cotidiano das instituições e das famílias mudam a natureza do trabalho, sua organização e como a distribuição de renda é feita. O CNPq entende que eventos e características altamente prováveis do regime sociotécnico impactam o trabalho, a missão e o papel da agência e se estruturam para uma rápida adaptação às constantes mudanças nacionais e mundiais.*

## Atuação estratégica

*O CNPq indica as diretrizes para o desenvolvimento dos planos estratégicos nacionais de CT&I e de outros documentos de longo prazo utilizados no direcionamento dos investimentos em CT&I voltados para políticas complementares e sistêmicas, ao invés de compartimentadas.*

*A inovação ainda está no centro da competição entre corporações, nações e blocos econômicos, impulsionando a competitividade e o poder global. Por seu lado, o CNPq intensifica ações de formação de recursos humanos para a inovação e de estímulo a empresas novas ou em ascensão (rising stars), start-ups e novas configurações que se tornaram comuns.*

## Estabelecimento de parcerias

*A atual inserção internacional do CNPq resulta de seus esforços em participar de fóruns globais relevantes. Além disso, o órgão tem um papel nucleador junto aos países da América Latina e participa, de forma equilibrada, com agências semelhantes de países altamente desenvolvidos, de decisões estratégicas globais relativas à definição de investimentos prioritários em CT&I e mecanismos de financiamento associados no Brasil.*

*Investimento contínuo em cooperação e representação regional de soft power na América Latina contribui para uma cooperação internacional e democratizada em CT&I. A prática estabelecida de compartilhar infraestruturas científicas tem um papel estratégico nessa direção.*

*Com relação à integração e articulação com os parceiros, novos atores sociais e instrumentos de parceria do CNPq são mais dinâmicos e possibilitam um amplo diálogo com a sociedade, em termos de identificação de desafios a serem enfrentados e possíveis caminhos a serem perseguidos.*

## Foco das ações de fomento

*Grande parte dos investimentos direcionados a atender às demandas sociais de infraestrutura, tais como habitação e saneamento, alavanca uma mudança na compreensão a respeito de como a CT&I pode contribuir para os desafios sociais em nível nacional. Isso aumenta a demanda por novas pesquisas com projetos sustentáveis, úteis e economicamente eficientes.*

*Os projetos de pesquisa fomentados têm caráter inter, multi e transdisciplinar, tanto na concepção como na implementação. O fomento é orientado à missão, ou seja, o CNPq enfatiza o apoio a projetos voltados a resolver os desafios mais relevantes para o Estado e a sociedade.*

## Forma de gestão

*No que diz respeito às dimensões internas de atuação do CNPq, como o modelo de gestão e o monitoramento e a avaliação, a gestão evoluiu no sentido de permitir ao CNPq estabelecer canais de comunicação abertos, transparentes e contínuos, tanto interna como externamente. Assim, o equilíbrio entre cultivar sua própria memória institucional e estar aberto à sociedade e aos atores globais contribuiu para a implementação efetiva de planos estratégicos de longo prazo.*

*Nesse sentido, a avaliação contínua e os mecanismos de feedback para monitorar a política de CT&I e os instrumentos relacionados, bem como os processos e resultados alcançados pelo CNPq, colocam em movimento um ecossistema dinâmico para a inovação no Brasil e servem como importantes instrumentos de controle social, melhorando todo o ciclo de vida da política pública. Os avanços nas TIC ocorridos nos últimos anos são fundamentais para que a instituição seja capacitada, nesse momento, para identificar, organizar, divulgar e dar transparência aos desafios sociais, particularmente por meio de big data e inteligência artificial.*

## Estrutura da agência

*A estrutura hierárquica do CNPq foi modificada e a instituição trabalha, agora, com foco em desafios e orientada à missão. Sua atuação também é marcada pela divulgação regular dos resultados de pesquisa para a sociedade e instituições parceiras. A forma de atuação do CNPq é ÁGIL e FLEXÍVEL. O corpo técnico é altamente qualificado e bem estruturado; atua de forma transversal e integrada; reflete sobre o contexto nacional e internacional; com inteligência estratégica, prospecta parcerias e capta recursos orçamentários e financeiros, incluindo mecanismos não usuais; planeja e monitora regularmente a execução das ações do CNPq; e está bem conectado a outras instituições e grupos de pesquisa. Assim, os programas de intercâmbio são amplamente difundidos e o processo de tomada de decisão é mais democrático e transparente.*

## Resultados esperados

*Há uma decisão estatal que determina que os gastos públicos em P&D não sejam inferiores a 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB), conforme as taxas anuais de crescimento. Nesse mesmo contexto, ocorreu uma grande evolução na definição de adequados indicadores de inovação e foi intensificada a formação de recursos humanos para CT&I.*

## 3. Considerações finais

Os cenários e a visão de futuro definidos abordam questões estratégicas que podem ser atualmente críticas para o CNPq e são, portanto, um importante subsídio para o corpo dirigente da instituição na formulação de estratégias, planos e projetos. Permitem, também, que a agência amplie seus modelos mentais; identifique tendências, possíveis rupturas, ameaças e oportunidades para o SNCTI; e aperfeiçoe processos e metodologias de gestão de C&T.

Esse esforço viabilizará o refinamento dos projetos estratégicos existentes e a criação de novos. Um plano de ação bem definido, com projetos claros e o estabelecimento de prazos e responsáveis, poderá agregar muito valor ao processo de gestão do CNPq, minimizando sua vulnerabilidade a uma crescente instabilidade no contexto socioeconômico do País.

Nesse contexto, a sustentabilidade de um processo contínuo e sistêmico de planejamento e gestão estratégica requer a observância de pressupostos gerenciais - como a adoção de medidas que neutralizem a "solução de continuidade" - prováveis com a alternância das direções; e o compromisso de todos com a criação e o desenvolvimento dos projetos, dentre outros.

Além disso e dos riscos presentes em cada uma das incertezas e tendências destacadas nos cenários construídos, não se pode ignorar aqueles inerentes à tomada de decisão e à vontade política. São elementos que, por um lado, podem contribuir para impulsionar o futuro do CNPq mas, por outro, podem invalidar, com a falta de ação, o esforço de reconstrução de capacidades institucionais. Esses riscos trazem incertezas intrínsecas sobre a constituição e o fortalecimento de um sistema de planejamento interno, capaz de vincular ações com objetivos e diretrizes de médio a longo prazo.

Por fim, quanto à condução de um processo de construção de projetos estratégicos, via mobilização das pessoas que trabalham na agência, é importante ressaltar que outros riscos

consideráveis dizem respeito à falta de empatia, à baixa participação e à eventual descrença por parte do corpo funcional do CNPq nos processos de planejamento como um meio organizado de geração de contribuições para a mudança institucional.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos servidores do CNPq que se envolveram na construção de cenários e se comprometeram com a constituição de um espaço de diálogo interno para a promoção de uma mudança coletiva da instituição. Agradecem, também, aos participantes externos, que foram fundamentais para ampliar a visão sobre o futuro de agências de fomento a C&T.

## Referências

BROWN, A., ISAACS, D. **The World Café**: shaping our futures through conversations that matter. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 2005.

CAGNIN, C. Developing a transformative business strategy through the combination of design thinking and futures literacy. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 30, n. 5, 2018, p.524-539.

INAYATULLAH, S. Causal layered analysis: poststructuralism as method. **Futures**, v. 30, n. 8, 1998, p. 815–829.

MILLER, R. Futures literacy: a hybrid strategic scenario method. **Futures: The Journal of Policy, Planning and Future Studies** n. 39, 2007, p.341–362.

MILLER, R. Futures literacy: embracing complexity and using the future. **Ethos**, n. 10, 2011, p.23–28.

MILLER, R. Anticipation: the discipline of uncertainty. In: CURRY, A. (ed) **The Future of Futures**. Houston, TX: Association of Professional Futurists, 2012, p. 40-44.

VAN DUIJNE, F., BISHOP, P. Introduction to Strategic Foresight, **Future Motions**, Jan. 2018.



# Estudo preliminar das etapas de desenvolvimento dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT): análise do equilíbrio entre a atividade de proteção de propriedade intelectual e transferência de tecnologia

Ado Jorio<sup>1</sup> e Juliana Crepalde<sup>2</sup>

## Resumo

Este artigo apresenta um modelo para avaliar o desenvolvimento de Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), fundamentado no equilíbrio entre a proteção à propriedade intelectual e a transferência de tecnologia. O modelo é aplicado a uma transição de fase que ocorre no Brasil, onde, de acordo com a Lei de Inovação Tecnológica de 2004, recentemente alterada pela Lei 13.243/16, toda Instituição de Ciência e Tecnologia (ICT) deve estabelecer um NIT responsável pela gestão dos processos de inovação na instituição. O modelo é apresentado por meio da análise de dados de 29 NITs, visando: 1) comparar globalmente o estágio de desenvolvimento de 26 NITs do ecossistema do Estado de Minas Gerais; 2) analisar comparativamente a evolução histórica de quatro NITs (dois do Brasil,

## Abstract

*This article introduces a model for evaluating the development of Technology Transfer Offices (TTOs), grounded in the balance between intellectual property protection and technology transfer. The model is applied to a phase transition taking place in Brazil, where, in accordance to the Technological Innovation Law of 2004, every Brazilian Science and Technology Centre must establish a TTO, responsible for the management of innovation processes in the institution. The model is presented through the analysis of data from twenty-nine TTOs, aiming at: 1) comparing globally the stage of development of twenty-six TTOs from the ecosystem of the State of Minas Gerais, Brazil; 2) analyzing comparatively the historical evolution of four TTO (two from Brazil, one from the USA and one from Germany). The*

1 Doutor em Física pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). É professor titular na UFMG, lotado no seu Departamento de Física, no Instituto de Ciências Exatas.

2 Mestre em Direito pela UFMG. É coordenadora executiva da Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica (CTIT) da UFMG.

um dos EUA e um da Alemanha). O modelo introduzido não se limita à avaliação de NIT; pode ser aplicado para estudar o desenvolvimento de núcleos de inovação em geral.

**Palavras-chave:** Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT). Gestão de NIT. Propriedade intelectual. Transferência de tecnologia. Sistema Nacional de Inovação. Lei de Inovação Tecnológica.

*model introduced is not limited to TTO evaluation; it can be applied to study the development of innovation intermediaries in general.*

**Keywords:** *Technology Transfer Office (TTO). Management of TTO. Intellectual property. Technology transfer. National Innovation System. Brazilian Innovation Law.*

## 1. Introdução

Com o propósito de alavancar o Brasil na área de inovação, a Lei de Inovação Tecnológica nº 10.973/2004 (BRASIL, 2004), recentemente alterada pela Lei 13.243/16 (BRASIL, 2016) e pelo Decreto 9.283/18 (BRASIL, 2018), determinou que toda Instituição Científica e Tecnológica (ICT) deve criar seu Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT). Com papel estruturante no ecossistema de inovação no País, os NITs são escritórios similares aos TTOs (*Technology Transfer Offices*) encontrados em ICTs internacionais. A Lei de Inovação delegou aos NITs a governança das tarefas de proteger os ativos intangíveis desenvolvidos nas ICTs e de estabelecer parcerias com o setor empresarial, incluindo transferência de tecnologia e incentivo a ações de empreendedorismo e demais competências para apoiar a Política de Inovação da ICT.

Embora algumas ICTs já contassem, antes mesmo da lei, com estrutura voltada para a proteção intelectual e para a transferência de tecnologia, o impacto da regulamentação foi significativo: o número de NITs no Brasil passou de 43 em 2006 (PIMENTEL, 2010) para 266 no início de 2014 (PRATA, 2014). A esse respeito, a Lei de 2004 gerou uma transição de fase na gestão da inovação no Brasil, semelhante à observada nos Estados Unidos após a Lei Bayh-Dole (COLYVAS *et al.*, 2002).

Esses NITs brasileiros estão hoje em estágios de evolução muito diferenciados, desde núcleos com inserção no mercado internacional até núcleos sem nenhuma experiência com transferência de tecnologia. Após quase quinze anos de existência da Lei de Inovação, e agora a partir da estruturação do Marco Legal de CT&I, este artigo traz uma análise da etapa de desenvolvimento das atividades dos NITs.

O bom desempenho das ações dos NIT deve passar pela capacidade de atuar de forma eficiente e equilibrada em dois eixos: o da proteção de ativos intangíveis (PI - propriedade intelectual) gerados pela ICT; e o da transferência de tecnologia para o mercado (TT). Considerando isso, este artigo apresenta uma análise, batizada de análise PI-TT, para avaliação e acompanhamento da evolução de NIT brasileiros. O artigo não aprofunda nas causas das diferenças de desempenho dos NIT apenas introduz um modelo de análise para embasar a gestão e o desenvolvimento de políticas públicas para apoiar atividades destes entes no Brasil.

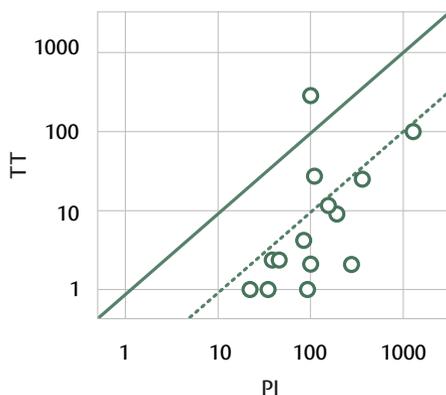
Como casos de estudo preliminar, considera-se primeiro os dados de PI e TT dos NIT membros da Rede Mineira de Propriedade Intelectual (RMPI, 2017), para os quais realizar-se-á uma análise do estágio atual de desenvolvimento de atividades no eixo PI-TT. Na sequência, considera-se a evolução, ano a ano, dos dados PI-TT de dois *benchmarks* nacionais (os NITs da Universidade Federal de Minas Gerais – CTIT-UFMG e da Universidade Estadual de Campinas – Inova-Unicamp) e de dois *benchmarks* internacionais, um dos Estados Unidos e outro da Alemanha. A razão para a seleção destes quatro TTOs específicos será demonstrada na discussão.

## 2. A análise PI-TT

O método usado para a avaliação do estágio de desenvolvimento é chamado aqui de modelo PI-TT.

Friedman e Silberman, que analisaram os resultados das universidades dos Estados Unidos, concluíram que “o fator mais importante que influencia os acordos de licença dos TTOs é o número de divulgações de invenção disponíveis para licenciamento” (FRIEDMAN; SILBERMAN, 2003). Mesmo quando as propriedades intelectuais (PI) não são determinantes no licenciamento do ponto de vista dos produtores, os direitos de propriedade intelectual fomentam o processo porque geram receitas para as universidades (COLYVAS *et al.*, 2002).

A análise PI-TT tem como base a construção de um gráfico do número de tecnologias transferidas (TT) em função do número de propriedades intelectuais (PI), com os eixos em escala logarítmica. Embora PI possa ser desmembrado em formas e instrumentos de diversas naturezas, como depósitos de patentes, cultivares, *know-how* ou registros de *softwares*, para fins de simplicidade descritiva serão considerados aqui apenas dois casos: ora os números totais dessas atividades (Fig. 1), ora apenas o número de patentes (Fig. 2). Com o gráfico da Fig.1, construídos com os dados dos NITs membros da RMPI, podemos introduzir três dos quatro conceitos organizacionais da análise PI-TT. São eles:



**Figura 1.** Gráfico do número de tecnologias transferidas (incluindo *know-how*) versus número de depósitos de propriedades intelectuais (patentes, marcas, *softwares*, cultivares, desenhos industriais e direitos autorais – não inclui *know-how*), acumulados até o ano de 2017 pelos NIT membros da RMPI (cada círculo representa um NIT)

Nota: As linhas diagonais indicam  $TT = PI$  (linha sólida) e  $TT = PI/10$  (linha tracejada). As linhas pontilhadas verticais e horizontais delimitam os quadrantes de maturidade.

**Conceito 1 – Inserção no sistema PI-TT:** O número de círculos (NIT) nos gráficos logarítmicos pode ser inferior ao número total de NIT analisados. Isso se deve ao fato de a escala logarítmica não considerar “zeros”; ou seja, um NIT só é inserido no gráfico PI-TT após realizar ao menos um processo de PI e um processo de TT.

**Conceito 2 – Linhas de eficácia:** são linhas diagonais no gráfico PI-TT. A linha diagonal tracejada no gráfico da Fig.1 indica um grau de eficácia de NIT em que, de cada 10 tecnologias, uma foi transferida para o setor produtivo ( $TT = PI/10$ ). A linha diagonal sólida representa um grau de eficácia de um NIT em que o número de TT é igual ao número de depósitos de propriedade intelectual ( $TT=PI$ ). As linhas de eficácia caracterizam um potencial de transferência de tecnologia. A distância transversal entre as duas linhas de eficácia reflete a diferença da maturidade de dois NITs no que diz respeito à sua capacidade de realizar transferências, dado certo número de PIs. Passar de uma linha de eficácia para outra superior caracteriza a busca por eficácia mercadológica e econômica, com foco na TT.

**Conceito 3 – Quadrantes de maturidade:** as linhas horizontais e verticais do gráfico logarítmico, que ocorrem em PI ou TT iguais a 1, 10, 100, etc., delimitam quadrantes que definem os estágios macro de maturidade. No caso dos NIT brasileiros, podemos classificá-los em três estágios distintos:

- **Estágio nascente:** NIT em fase de construção dos processos internos, com equipe insuficiente e sem estruturação para realizar licenciamentos. NITs neste estágio ou não estão representados no gráfico da Fig.1 ou aparecem nos quadrantes (PI no intervalo 1-100; TT no intervalo 1-10).
- **Estágio consolidado:** NIT com processos formalizados, equipes multidisciplinares, foco na estruturação de transferência de tecnologia, com mapeamento da produção científica e tecnológica da ICT sendo elaborado, e trabalho em andamento para o desenvolvimento da cultura de inovação na ICT. NITs neste estágio aparecem no gráfico da Fig.1 nos quadrantes (PI no intervalo 10-1000; TT no intervalo 10-100).
- **Estágio otimizado:** NIT com sistema de prospecção tecnológica montado, foco na proteção intelectual e na transferência de tecnologia; cultura da inovação estabelecida na ICT, com amplo e crescente conjunto de atividades, programas e recursos que favorecem a colocação das tecnologias no mercado; PIs com potencial mercadológico e estratégias de proteção que asseguram a reserva de mercado para exploração comercial da tecnologia; proximidade com as empresas que se interessam pelas diversas linhas de pesquisa existentes; e programa estratégico de marketing para atuar junto às potências licenciadas. NIT neste estágio aparecem no gráfico da Fig.1 nos quadrantes (PI no intervalo 100-10000; TT no intervalo 100-1000).

Logicamente, NIT com  $PI > 10000$  e  $TT > 1000$  são NIT otimizados. Entretanto, estes quadrantes superiores ainda não foram ocupados por nenhuma instituição brasileira. Os NIT que aparecem fora dos quadrantes já citados demonstram situações de desequilíbrio que serão discutidas na seção 3. Finalmente, existe ainda o *Conceito 4 – Linhas de evolução*, que será introduzido e discutido na seção 4.

### 3. Avaliação comparativa global de NITs em um instante da história

Com base nos três conceitos organizacionais introduzidos acima, podemos discutir o estado atual de evolução dos NITs membros da RMPI, mostrados na Figura 1:

**Estágio Nascente** – todos os 26 NITs membros da RMPI já realizaram ao menos um depósito de PI em sua existência, mas apenas 14 realizaram alguma transferência de tecnologia, tendo então sua inserção no gráfico PI-TT da Fig.1. Sendo assim, dos 26 NITs da RMPI, 12 encontram-se no estado nascente, sem terem sido inseridos ainda no gráfico PI-TT. Dos 14 NITs que foram inseridos no gráfico, apenas um é observado no quadrante simétrico (PI:1-10; TT:1-10). O quadrante mais ocupado pelos NITs da RMPI é o (PI:10-100; TT:1-10). Nesse quadrante, os NITs realizaram processos de TT após acumular mais de uma dezena de PIs. Isso reflete a dificuldade de um NIT inserir-se no sistema PI-TT sem uma experiência estabelecida em PI, demonstrando que esta experiência é importante para a realização da primeira transferência de tecnologia.

**Estágio consolidado** – três NITs da RMPI aparecem no sistema posicionados no quadrante (PI:100-1000; TT:10-100). A ausência de NITs no quadrante simétrico (PI:10-100; TT:10-100) demonstra a improbabilidade de se atingir o estágio consolidado com poucas dezenas de PIs. Tal fato reforça a necessidade de um NIT alcançar maturidade em processos de proteção de PI para conseguir iniciar o processo de parceria tecnológica (TT), e a necessidade de consolidar um portfólio com tecnologias de maior qualidade, atrativas para o mercado. No geral, é necessário uma cultura de geração e proteção de tecnologias, para então lidar com a gestão da inovação em seu sentido mais abrangente.

**Estágio otimizado** – Nenhum NIT aparece no quadrante (PI:100-1000; TT:100-1000), isto é, no estágio otimizado. Entretanto, um NIT aparece bem próximo à interface com o quadrante inferior, indicando que sua transição de consolidado para otimizado poderá acontecer brevemente.

**Desequilíbrio** – Alguns dados aparecem na Fig.1 fora dos quadrantes que definem os três estágios macro de maturidade dos NIT brasileiros e são analisados aqui como casos especiais de desequilíbrio nos processos de proteção de PI e TT. São eles:

*Evolução deficiente:* Um NIT que tenha realizado uma ou mais centenas de processos de PI, mas não tenha conseguido ainda alcançar uma dezena de processos de TT, aparece no quadrante (PI:100-1000; TT:1-10). Em um sistema de evolução equilibrada, este quadrante deve permanecer vazio. NITs neste quadrante devem envidar esforços para desenvolver seu potencial de transferência de tecnologia, pois apresentam um processo de evolução deficiente. Três dos NITs

da RMPI estão nesse quadrante, e demandam atenção quanto à necessidade de estruturação de políticas de gestão para atuar de forma equilibrada nos dois eixos. Um NIT aparece com  $PI=103$  e  $TT=2$ , urgindo a implementação de ações para melhorar sua performance em TT com base no seu portfólio de PI.

*Foco em TT:* Aparecer acima da linha  $TT=PI$  significa que o NIT tem realizado mais processos de transferência de tecnologia do que de proteção de propriedade intelectual, transferindo a mesma tecnologia para diversas empresas ou para aplicações distintas. Um NIT da RMPI aparece acima da linha de eficácia  $PI=TT$ , com  $PI = 104$  e  $TT = 306$  (média  $306/104 = 2.94$ ). Isso indica que, em média, cada tecnologia foi transferida para três empresas diferentes ou para três aplicações distintas. O NIT responsável por esse valor não usual da Fig.1 é o da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo), que é uma instituição focada em produto, com especificidades típicas de empresa. Os NIT com  $TT > PI$  podem ser chamados de “NIT focados em TT”.

Concluindo, o sistema PI-TT demonstra que, dos 26 NITs da RMPI: 12 encontram-se no estágio nascente, 12 ainda fora do gráfico PI-TT; 3 estão apresentando evolução deficiente entre PI e TT [quadrante ( $PI:100-1000$ ;  $TT:1-10$ )], precisando envidar esforços para fazer evoluir sua capacidade de transferência de tecnologia; 3 NITs encontram-se no estágio consolidado [quadrante ( $PI:100-1000$ ;  $TT:10-100$ )]; 1 NIT está prestes a entrar no estágio otimizado ( $TT \rightarrow 100-1000$ ); por fim, existe 1 NIT focado em TT. Os NITs da RMPI orbitam em torno da linha de eficácia  $TT = PI/10$ , que será discutida nas próximas seções.

## 4. Evolução histórica de NITs

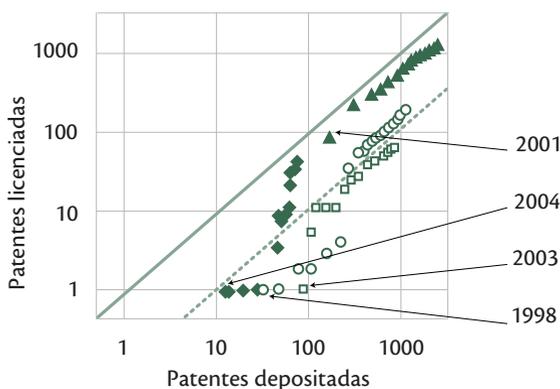
Passamos agora a considerar o uso do modelo PI-TT para análise de evolução dos NIT. Para isso, é preciso introduzir outro conceito organizacional do modelo:

**Conceito 4 – Linhas de evolução:** trajetória no gráfico PI-TT definida pelos dados de PI e TT de um NIT, obtidos periodicamente no tempo de forma acumulativa.

O gráfico da Figura 2 apresenta as linhas de evolução de quatro NITs: dois *benchmarks* brasileiros – o NIT da UFMG [Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica (CTIT)], que está representado pelos quadrados vazios (UFMG-CTIT, 2017); e o NIT da Unicamp (Inova-Unicamp), representado pelos círculos vazios (UNICAMP-INOVA, 2017) – e dois *benchmarks* internacionais, o TTO do MIT (MIT Technology Licensing Office), representado por triângulos cheios

(MIT-TLO, 2017); e o Profund Innovation (FU) da Alemanha (FU-PROFUND INNOVATION, 2017), representado por losangos cheios. Os dados foram obtidos ano a ano, de forma acumulativa. Devido à limitação de dados disponíveis, aqui estão representados apenas o número de patentes nacionais depositadas (no Brasil, pela CTIT-UFMG e pela Inova-Unicamp; nos EUA, pelo TLO-MIT; e na Alemanha, pelo FU) e o número de processos de licenciamento de patentes.

O NIT da UFMG, a CTIT, representado na Figura 2 pelos quadrados vazios, foi criado em 1997, mas conseguiu inserir-se no sistema PI-TT apenas em 2003 quando fez seus primeiros licenciamentos de tecnologias (ver quadrado vazio indicado por “2003” na Figura 2). Este NIT entrou no sistema PI-TT dentro do quadrante (PI:10-100; TT:1-10) com um processo de transferência de tecnologia no ano de 2003 (TT=1), após ter acumulado 80 pedidos de depósito de patentes nacionais (PI = 80). Os dados subsequentes são os valores acumulados de PI e TT ano a ano, até atingir o último dado disponível (PI=784; TT=57), em 2016. O dado do ano de 2003 definiria uma linha de eficácia passando pelo quadrante de evolução deficiente. Os dois anos subsequentes a 2003 evidenciam um esforço para equilibrar os processos de PI e TT, mas seguido de uma estagnação nos processos de TT entre 2005 e 2007. A deficiência e a estagnação são sanadas a partir de 2008, levando a uma nova relação aproximadamente linear entre PI e TT, tendendo a linha de eficácia  $TT = PI/10$  (linha tracejada na Fig.2).



**Figura 2.** Linhas de evolução de quatro NITs. Os dados representam os valores de PI e TT acumulados, ano a ano, para a CTIT-UFMG (quadrados vazios), a Inova-UNICAMP (círculos vazios) (UNICAMP-INOVA, 2017), o TLO-MIT (triângulos cheios) (MIT-TLO, 2017) e FU Berlin (losangos cheios) (FU-PROFUND INNOVATION, 2017) até o ano de 2016

Nota: A linha sólida representa a linha de eficácia  $PI=TT$  e a linha tracejada representa a linha de eficácia  $TT = PI/10$ . Neste gráfico, foram considerados apenas o número de patentes depositadas e o número de contratos de licenciamento de tecnologias. O ano de inserção do NIT no sistema PI-TT está indicado na figura (1998 para Inova-Unicamp, 2003 para a CTIT-UFMG e 2004 para PU-FU Berlin). Os dados disponíveis para o TLO-MIT iniciam-se em 2001 por falta de dados anteriores.

Já a Unicamp inseriu-se no sistema PI-TT no ano de 1998 (UNICAMP-INOVA, 2017), quando fez seu primeiro licenciamento de tecnologia (ver triângulo cheio indicado por “1998” na Figura 2). A instituição paulista entrou no sistema PI-TT mesmo antes da institucionalização de seu NIT, a Inova-Unicamp, que se deu em 2003. A inserção no sistema deu-se dentro do quadrante (PI:10-100; TT:1-10) com 1 processo de TT no ano de 1998 (TT=1), após ter acumulado 27 pedidos de depósito de patentes nacionais (PI = 27).

Os dados subsequentes são os valores acumulados de PI e TT, ano a ano, até atingir os valores acumulados de (PI=1040; TT=140), em 2016. Os anos anteriores à institucionalização da Inova-Unicamp, de 2001 a 2003, definem uma linha de eficácia deficiente, entrando no quadrante de desequilíbrio (PI:100-1000; TT:1-10). Entretanto, desde o ano seguinte à institucionalização, a instituição conseguiu equilibrar rapidamente seus processos de PI e TT e, desde 2004, encontra-se estável ligeiramente acima da linha de eficácia (TT= PI/10).

O MIT, representado por estrelas na Fig.2, está em um padrão superior de eficácia mercadológica para patentes (TT $\approx$ PI/2), quando comparado à UFMG e Unicamp. Importante ressaltar que os dados do MIT na Fig.2 iniciam-se apenas em 2001 por serem os dados disponíveis aos autores (MIT-TLO, 2017). De fato, o MIT entrou no sistema PI-TT décadas antes e, portanto, seu estágio de maturidade real será ainda mais avançado.

Desconsiderando o estágio de maturidade nesta análise, nota-se uma evolução consistente dos processos de PI e TT do TLO-MIT, evidenciada pela trajetória delineada pelas estrelas no gráfico da Fig.2. É interessante notar que esta trajetória apresenta uma desaceleração após o ano de 2008, como indicado pela redução na inclinação da reta determinada pelos símbolos do MIT (estrelas) a partir deste ano. Pela data da desaceleração, o efeito está provavelmente relacionado à crise da economia americana iniciada naquele período. Comparativamente, as linhas de evolução da CTIT-UFMG e da Inova-Unicamp apresentam inclinação maior que um, indicando uma tendência recente ao aumento de sua eficiência mercadológica.

Finalmente, um outro estudo de caso relevante para compreender a realidade brasileira é apresentado pelo PROFUND INNOVATION da Freie Universitat (FU) de Berlin, Alemanha, representado pelos losangos na Figura 2 (FU-PROFUND INNOVATION, 2017). FU entrou no gráfico (Fig.2) com doze patentes e com a sua primeira patente licenciada (PI=12, TT=1) em 2004. A FU iniciou a proteção de patentes de seus alunos e pesquisadores a partir de uma modificação na Lei de Inovação, de 2002. O número de patentes depositadas a cada ano é comparativamente baixo, demonstrando que eles são altamente restritivos para o depósito de patentes, tendo como política não apenas patenteabilidade, mas também usabilidade, possibilidade de comercialização.

No entanto, a sua capacidade de melhorar o licenciamento na última década tem sido alta. De 2004 a 2007 não houve evolução no TT, mas depois de 2007 o TT começou a aumentar e, após 2012, a FU Berlin passou de estágio nascente, abaixo da linha de eficiência ( $TT = PI/10$ ), para o estágio consolidado, na linha de eficiência ( $TT = PI/2$ ), atingindo ( $PI = 70$ ,  $TT = 44$ ), em 2016. Ou seja, em comparação com os casos brasileiros, o aumento relevante no licenciamento de patentes é desafiador, considerando os níveis de carteira de patentes. A FU entrou no gráfico PI-TT mais tarde do que os dois *benchmarks* brasileiros, e atingiu a linha de eficiência da referência mundial TLO - MIT em menos de uma década.

A evolução de um NIT dentro de uma linha de eficácia significa uma evolução equilibrada, ou seja, o NIT mantém, periodicamente, uma produção equilibrada de processos de PI e TT. Para se obter um salto de uma linha de eficácia para outra superior (de  $TT=PI/x$  para  $TT=PI/y$ , com  $y < x$ ), novas políticas e modelos de atuação devem ser implementados. Por exemplo, para que os NIT brasileiros na Fig.2 possam atingir a linha de eficácia  $TT \approx PI/2$  do benchmark TLO-MIT, a implementação de novos modelos de gestão da transferência de tecnologia será necessária, assim como o desenvolvimento da cultura de PI e TT nas ICT e no seus ecossistemas de inovação.

## 5. Conclusão

O modelo PI-TT foi desenvolvido para auxiliar os processos de gestão da inovação nos NITs brasileiros. Dois grupos foram analisados: os 26 NIT do ecossistema mineiro e 4 NIT de diferentes países (dois do Brasil, um dos EUA e um da Alemanha). A análise PI-TT fornece uma medida que mostra como os NIT brasileiros devem avançar para se desenvolver de um escritório de patentes para um centro de negócios. No estágio inicial, parece ser importante que o NIT se organize para reunir experiência nos processos de PI, montando um portfólio de tecnologia para entrar na análise gráfica do PI-TT, passando então para o estágio nascente.

A transição do estágio nascente para o estágio estabelecido pode acontecer por meio da estruturação de um setor de TT, com pessoal qualificado para realizar as atividades do TT. A transição para o estágio otimizado é um desafio, pois exige não apenas uma estrutura sólida, com pessoas qualificadas para interagir com o mercado, mas também uma mudança no comportamento e na cultura do ecossistema de inovação local. De fato, para explicar diferenças tão expressivas na evolução da linha PI-TT nos casos estudados, é necessário considerar todo o entorno de inovação. O ecossistema brasileiro é muito diferente dos ecossistemas dos EUA e da Alemanha, em relação não só à maturidade das instituições na promoção da inovação, mas também à legislação que as rege.

Considerando o ecossistema em que está inserido, o NIT tem que implementar estratégias para estabelecer sua linha de eficiência, onde a relação  $TT = PI/x$  deve ser usada como um guia para racionalizar os esforços para aumentar o número de PIs e TTs de forma equilibrada.

A busca por uma interação mais profunda com o setor empresarial deve ser entendida como uma estratégia natural para os NIT. De acordo com os dados aqui apresentados, observamos que, de maneira geral, a forma como os NIT brasileiros contribuem para a criação de modelos estratégicos para avanços na linha PI-TT ainda precisa melhorar. Vale ressaltar que nosso modelo foi utilizado para comparar as características de NIT, independentemente das diferenças nos ecossistemas. O presente estudo comparou dados da rede de NIT do Estado de Minas Gerais com dados de um NIT brasileiro de São Paulo e dados de dois NIT internacionais (nos EUA e na Alemanha): ambientes socioeconômicos consideravelmente diferentes.

Este estudo demonstra como os ecossistemas de inovação de Minas Gerais e, em geral, do Brasil, melhoraram e como estão inseridos no modelo PI-TT, quando comparados aos ecossistemas internacionais. De maneira geral, o presente estudo mostra que a linha de eficiência atualmente mais comum no Brasil é a da  $TT \approx PI/10$ , com os dois *benchmarks* brasileiros revelando uma evolução linear próxima a ela. Enquanto isso, os dados de referência da América do Norte exibem uma diminuição na eficiência após 2008, enquanto os dados alemães exibem um aumento abrupto na eficiência de comercialização no mesmo período. Curiosamente, essas linhas de evolução parecem refletir o estágio macroeconômico da nação, assim como os ecossistemas legislativo, econômico e cultural.

Tanto para o CTIT-UFMG quanto para o Inova-Unicamp, a Lei de Inovação Tecnológica, em 2004, fez a diferença no estabelecimento desses NIT como escritórios competentes para a gestão da Inovação. O modelo PI-TT pode ser usado para definir metas específicas para os NIT no Estado de Minas Gerais e políticas para um contexto mais amplo. Este artigo não pretendeu analisar exaustivamente as várias questões envolvidas na atividade de transferência de tecnologia, como os aspectos econômicos, legais, políticos e de mercado, que podem afetar a eficácia do desempenho dos NIT. O objetivo do artigo foi de demonstrar que existe uma relação entre o número de patentes acumuladas pelo NIT e a sua capacidade de transferir tecnologia, além de apontar que a organização dos dados PI e TT juntos em uma escala logarítmica fornece informações e orientações importantes.

O modelo de análise PI-TT também pode ser estendido ao estudo da inovação em estados, países ou em todo o mundo. Ele também pode ser alterado para ser aplicado a uma análise financeira se, por exemplo, o eixo TT for substituído por uma escala de recursos ganhos pelo

TTO (*royalties*, adiantamentos, etc.). Por fim, o número de *spin offs* e *start-ups* (O'SHEA *et al.*, 2005) pode ser adicionado ao modelo PI-TT como uma terceira dimensão na descrição dos níveis de maturidade e eficiência dos TTOs, produzindo um modelo mais completo para o "Sistema de Empreendedorismo PI-TT".

## Referências

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018**. Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, o art. 24, § 3º, e o art. 32, § 7º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, o art. 1º da Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, e o art. 2º, caput, inciso I, alínea "g", da Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e altera o Decreto nº 6.759, de 5 de fevereiro de 2009, para estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm). Acesso em 10 jun. 2018.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 3 dez. 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm). Acesso em 10.06.2018.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm). Acesso em: 10 jun. 2018.

COLYVAS, J.; CROW, M.; GELIJNS, A.; MAZZOLENI, R.; NELSON, R.R.; ROSENBERG, N.; SAMPAT, B.N. How do university innovations get into practice? *Management Science*, n. 48, p. 61-72. 2002.

FREIE UNIVERSITÄT; Profund Innovation-FU. **Dados fornecidos pela diretoria da Profound Innovation, FU**. Berlin, em 14 de junho de 2017.

FRIEDMAN, J.; SILBERMAN, J. University technology transfer: do incentives, management, and location matter? **Journal of Technology Transfer**, n. 28, p. 17-30. 2003.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY – MIT; Technology Transfer Office TLO. **Dados fornecidos pela diretoria do Technology Transfer Office do MIT**, Acesso em: 14 jun. 2017.

O’SHEA, R.P.; ALLEN, T.J.; CHEVALIER, A.; ROCHE, F. Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. **Research Policy**, n. 34, p. 994-1009. 2005.

PIMENTEL, L.O. **Núcleos de inovação tecnológica: relatório da análise dos formulários para informações sobre a política de propriedade intelectual das instituições de ciência e tecnologia do Brasil**, Brasília: CGEE, 2010, 98 p.

PRATA, A.T. **Palestra proferida sobre NITs**. In: ENCONTRO DO FÓRUM NACIONAL DE GESTORES DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA – FORTEC, 8., São Paulo, 18 de maio de 2014.

REDE MINEIRA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL - RMPI, 2017. **Associação sem fins lucrativos que apoia as instituições científicas e tecnológicas do Estado de Minas Gerais na área de propriedade intelectual e de gestão da inovação, fortalecendo o desenvolvimento da proteção do conhecimento científico e tecnológico no Estado**. Dados disponibilizados pela diretoria da RMPI em 14 de junho de 2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP; Agência de Inovação – INOVA. **Dados fornecidos pela diretoria da Inova-Unicamp**. Acesso em: 21 ago. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG; Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica – CTIT. **Dados fornecidos pela diretoria da CTIT-UFMG**, 2017. Acesso em: 17 jul. 2018.



# Desestruturação do modelo de gestão compartilhada do FNDCT e a crise do apoio público à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico no Brasil

João Carvalho Leal<sup>1</sup> e Mário Lúcio de Ávila<sup>2</sup>

## Resumo

Este artigo tem como objetivos descrever as alterações na estrutura decisória da governança do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) – especialmente a partir das mudanças ocorridas em razão da Portaria MCT n.º 151/2004 e aprofundadas pela Lei n.º 11.540/2007 – e relacionar a crise financeira atual por qual passa o FNDCT a essas alterações. Leituras detalhadas sobre o assunto, como as realizadas pelos debates na Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática do Senado Federal, permitem concluir que o processo de fragilização

## Abstract

*The purpose of this article is to describe the changes in the governance structure of the National Fund for Scientific and Technological Development (FNDCT) - especially as a result of the changes that occurred due to MCT Regulation n.º 151/2004 and further elaborated by Law n.º 11.540/2007 - and to relate the current financial crisis through which the FNDCT is going through. Detailed readings on the subject, such as those carried out by the debates in the Senate's Committee on Science, Technology, Innovation, and Information Technology, allow us to conclude that the process of weakening the decision-making*

1 João Carvalho Leal foi analista em ciência e tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) entre fevereiro de 2013 e janeiro de 2018. Atualmente, cursa mestrado *stricto sensu* em Gestão Pública no Programa de Pós-graduação em Gestão Pública (PPGP) da Universidade de Brasília (UnB).

2 Mário Lúcio de Ávila é professor adjunto em gestão e sustentabilidade da UnB, campus Planaltina (DF). Membro dos programas de PPGP e de Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural (Mader), ambos da UnB. Doutor em Desenvolvimento Sustentável pela UnB, realizou estágio doutoral no laboratório Triangle na Escola Normal Superior em Lyon, na França. Trabalha com pesquisas em desenvolvimento rural e territorial, políticas públicas de meio ambiente e agricultura familiar e participação. Atualmente, coordena projeto sobre a Política de Agroecologia, Cadastro Ambiental Rural, Desenvolvimento Territorial e Assistência Técnica para a Agricultura Familiar e Assentamentos de Reforma Agrária.

da estrutura decisória da governança do FNDCT foi decorrente da desestruturação do modelo de gestão compartilhada e das alterações dessa estrutura a partir das referidas legislações. Conclui-se, também, que essas mudanças estruturais levaram a um processo de fragilização política e institucional, culminando na citada crise financeira.

*structure of FNDCT's governance happened due to the dismantling of the shared management model and changes in that structure made by those laws. Also concluded that these structural changes led to a process of political and institutional fragilization, culminating in the aforementioned financial crisis.*

**Palavras-chave:** FNDCT. Fundo. Gestão compartilhada. Crise financeira.

**Keywords:** FNDCT. Fund. Shared management. Financial crisis.

## 1. Introdução

As atuais fontes de recursos, os programas e instrumentos de apoio público às atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico no Brasil fazem parte do sistema de financiamento da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Esse sistema teve origem nas reformas da Política Nacional de CT&I de 1999 a 2002 e foi legitimado pela 2ª Conferência Nacional de CT&I de 2001 (CONFERÊNCIA, 2001).

Essas reformas destacaram: a) a reestruturação dos incentivos, especialmente das destinações não reembolsáveis para projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das instituições científicas e tecnológicas (ICT); e b) subvenção econômica a empresas, com a criação de programas e fundos setoriais de CT&I e respectivos Comitês Gestores, no âmbito do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). O FNDCT foi criado pelo Decreto-Lei nº 719, de 31 de julho de 1969 (BRASIL, 1969); restabelecido pela Lei nº 8.172, de 18 de janeiro de 1991 (BRASIL, 1991); e alterado pela Lei nº 10.197, de 14 de fevereiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Este artigo tem por objetivos: i) descrever as alterações na estrutura decisória da governança do FNDCT, especialmente aquelas ocorridas a partir da publicação da Portaria MCT<sup>3</sup> n.º 151, de 02 de abril de 2004 (BRASIL, 2004); e aprofundadas com a Lei n.º 11.540/2007 (BRASIL, 2007); e ii) associar a crise financeira atual por qual passa o FNDCT às alterações na sua estrutura decisória

3 O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) teve o nome alterado para Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) em agosto de 2011. Em maio de 2016, por meio da Medida Provisória nº 726, o nome do MCTI foi novamente alterado para Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Fontes: <http://finep.gov.br/noticias/todas-noticias/3200-mctagora-e-mcti> e <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1000&pagina=1&data=19/05/2016>.

de governança desde 2004, tendo em vista as interpretações de que essa crise tem como causa a falta de recursos.

## 2. Origem atual da estrutura decisória da governança do FNDCT

A partir de 1997, ao longo das reformas anteriormente mencionadas, foram aprovados várias leis e decretos visando a dar mais estabilidade aos recursos do FNDCT destinados a projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das ICT e das empresas. Em geral, conforme Pacheco (2007), essas normas vincularam as receitas oriundas de determinados setores ou áreas da atividade econômica nacional a aplicações em programas setoriais de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico. As vinculações deram origem às categorias de programação orçamentária específicas do FNDCT denominadas Fundos Setoriais<sup>4</sup>, que são nada mais que as origens orçamentárias e aplicações de receitas vinculadas a um fim específico, ou seja, o desenvolvimento científico e tecnológico de um determinado setor.<sup>5</sup>

Nesse sentido, as reformas visavam à gestão compartilhada com diversos representantes dos atores do Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) e a estabilidade dos fluxos de arrecadação de recursos, como atesta esta citação da 2ª Conferência Nacional de CT&I:

Além do crescimento e da almejada estabilidade do financiamento, a criação dos Fundos Setoriais lança as bases para uma gestão orientada para resultados, melhor distribuição regional dos recursos, maior articulação entre as várias áreas e níveis de Governo e melhor interação entre a comunidade acadêmica e o setor produtivo. **Ao selecionar programas estratégicos, por meio dos respectivos Comitês Gestores, conferir estabilidade ao financiamento e definir a aplicação dos recursos por meio da gestão compartilhada**, os Fundos constituem

4 Destaca-se que a literatura tradicional sobre o FNDCT aborda a distribuição dos recursos, referindo-se somente às categorias de programação orçamentária específica, chamadas fundos setoriais de C&T. Nesse artigo, recorre-se também à nomenclatura de “programas”, denominações estabelecidas nas ementas das leis ou decretos para assegurar a destinação de recursos a áreas específicas, cuja gestão deve ser executada por comitês gestores. Essa relação entre programas e fundos foi adotada pelos Acórdãos n.º 3440/2013 e n.º 500/2015 – TCU – Plenário, que afirmaram que o estabelecimento de diretrizes permite a definição de objetivos e metas a serem alcançados na aplicação dos recursos de cada categoria de programação orçamentária (fundos).

5 Os recursos não reembolsáveis do FNDCT são executados nas seguintes categorias de programação orçamentária específica: CT-Aero (aeronáutica); CT-Agro (agronegócio); CT-Amazônia; CT-Biotec. (biotecnologia); CT-Energ. (energia elétrica); CT-Espacial (setor espacial); CT-Hidro (recursos hídricos); CTInfo (tecnologia da informação); CT-Infra-estrutura; CT-Mineral (setor mineral); CT-Petro (petróleo e gás natural); CT-Saúde (saúde); CT-Aquaviário (transporte aquaviário e construção naval); CT-Transporte (transportes terrestres); CT-Inovar Auto (veículos automotores); CT-Verde-Amarelo-Fomento.

proposta inovadora de política pública no campo da Ciência, Tecnologia e Inovação (BRASIL, 2002, p. 43-44, grifos nossos).

A origem atual da estrutura decisória da governança do FNDCT está na Lei nº 10.197/2001, que alterou as fontes de receitas e as destinações dos recursos do fundo. Nessa estrutura decisória, havia apenas duas instâncias: i) o Comitê Gestor Interministerial, instituído pela referida legislação e que foi substituído pelo Conselho Diretor a partir da Lei nº 11.540/2007; e ii) os Comitês Gestores de Programas e Fundos Setoriais, instituídos individualmente pelas respectivas legislações criadoras dos programas e fundos setoriais de C&T.

Para atender ao princípio da vinculação, que visa a prover maior estabilidade aos recursos da política nacional de CT&I, a estrutura decisória das destinações do FNDCT, originária das reformas de 1999 a 2002, estabelecia que as decisões sobre a aplicação da totalidade dos recursos arrecadados seriam tomadas pelos Comitês Gestores dos Programas ou Fundos Setoriais, mediante gestão compartilhada. Esses comitês, por sua vez, eram compostos por representantes do governo (ministérios afins e agência reguladora do setor), da comunidade científica, de agências executoras, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do setor privado relacionado com a área de interesse de cada fundo.

Em 2001, a Lei nº 10.197 alterou a estrutura decisória do FNDCT com a instituição de um Comitê Gestor Interministerial, atribuindo a essa instância as responsabilidades de: definir as diretrizes gerais para o FNDCT e o plano anual de investimentos; acompanhar a implementação das ações; e avaliar anualmente os resultados alcançados.

A partir dos anos de 2004 e 2007, como indicado nas legendas da Figura 01, foram aprovadas grandes mudanças no arranjo político-institucional original da governança do FNDCT, mediante a Portaria MCT nº 151/2004, a Lei nº 11.540/2007 e as Instruções Normativas do Conselho Diretor nº 2 e nº 3, ambas de 22 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010). Os recursos do fundo foram divididos em reembolsáveis e não reembolsáveis; destinados às atividades de P&D; e às atividades Científicas e Técnicas Correlatas (ACTC), relacionadas ao apoio à inovação nas empresas.<sup>6</sup>

A maior parcela dos recursos do FNDCT, os recursos não reembolsáveis, nos termos do artigo 12 da Lei nº 11.540/2007, passou a ter destinações para:

---

<sup>6</sup> Doravante, considera-se, conforme a orientação do MCTI, fundamentada no Manual Frascati (OECD, 2007), atividades de Ciência e Tecnologia como compostas pelas atividades de Pesquisa e Desenvolvimento mais as Atividades Científicas e Técnicas Correlatas.

- a) projetos de ICT e de cooperação entre essas instituições e empresas;
- b) projetos de P&D de empresas (subvenção econômica);
- c) equalização de encargos financeiros nas operações de crédito; e
- d) ações transversais, nos termos do parágrafo 4º do artigo 14 da Lei n.º 11.540/2007.

As ações transversais caracterizaram-se pela não exigência legal, por parte dos programas setoriais, de vinculação entre origem e aplicação de recursos em relação às áreas ou setores que originaram as receitas. Ou seja, a execução dessas ações é caracterizada pela discricionariedade dos agentes públicos nas escolhas das áreas das destinações desses recursos.<sup>7</sup> As ações vinculadas (chamadas, na atualidade, de “verticais”) permaneceram estabelecidas nas leis específicas dos programas setoriais de Ciência e Tecnologia (C&T) e têm execução dos recursos vinculada aos programas setoriais que originaram as receitas.

Quanto à parcela reembolsável, nos termos do mesmo artigo 12 da Lei n.º 11.540/2007, até 25% de todas as receitas registradas nas categorias de programação orçamentária (ou seja, nos fundos setoriais) passaram a ser destinadas a projetos de desenvolvimento tecnológico de empresas, sob a forma de operações de crédito, empréstimos concedidos à Finep.

### 3. Atual estrutura decisória da governança do FNDCT

Com as alterações estabelecidas pela Portaria MCT 151/2004, a Lei n.º 11.540/2007 e as Instruções Normativas do Conselho Diretor n.º 2 e n.º 3, o arranjo político-institucional atual da governança do FNDCT culminou na seguinte estrutura decisória das destinações reembolsáveis e não reembolsáveis:

- a) um Conselho Diretor do FNDCT;
- b) um Comitê de Coordenação Executiva;

---

<sup>7</sup> O artigo 14 da Lei n.º 11.540/2007 autorizou que as receitas do FNDCT podem financiar ações transversais identificadas com as diretrizes da Política Nacional de CT&I e com as prioridades da Política Industrial e Tecnológica Nacional. Entretanto, ações transversais geralmente são estabelecidas mediante ato administrativo infralegal do Comitê de Coordenação Executiva, que elege discricionariamente setores ou áreas, sem vinculação com os programas de C&T estabelecidos em lei, para receber recursos.

- c) um Comitê de Coordenação dos programas e Fundos Setoriais;
- d) 14 Comitês Gestores de programas e Fundos Setoriais; e
- e) dois Comitês Gestores de programas e Fundos Não Setoriais (CT-Infra e CT-Verde-Amarelo).

A Figura 01 apresenta as principais alterações do arranjo político-institucional da estrutura decisória da governança do FNDCT e algumas de suas competências.

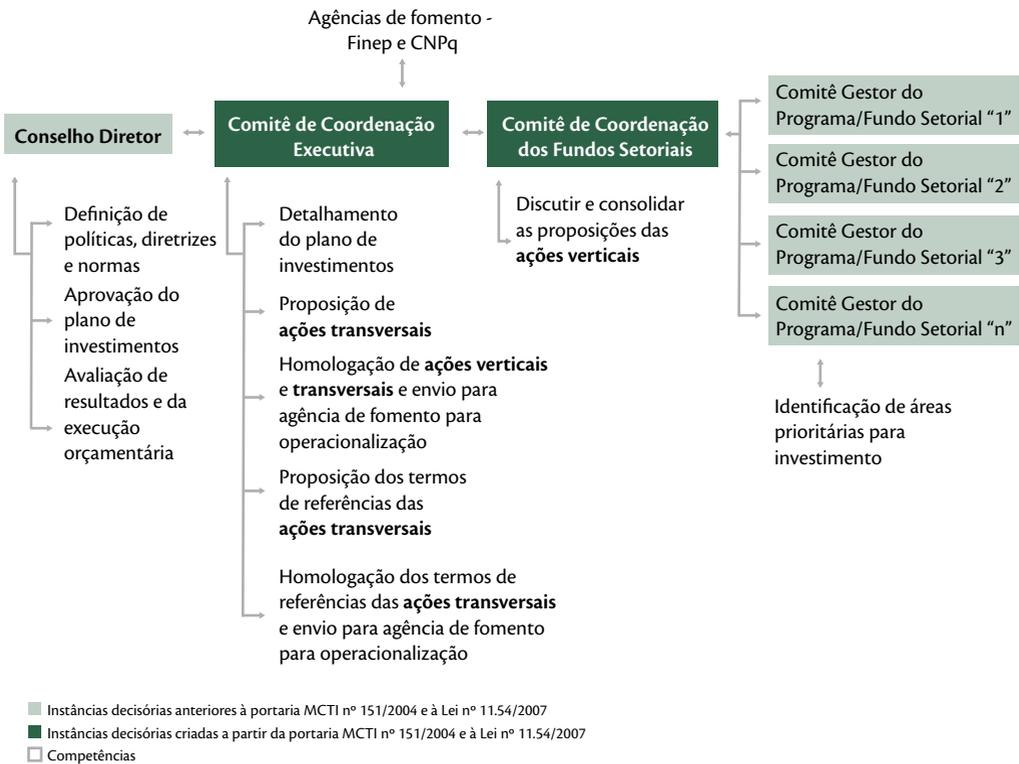


Figura 1. Arranjo político-institucional da estrutura decisória do FNDCT

Fonte: Elaboração do autor.

A partir dessas significativas alterações no arranjo político-institucional da governança do FNDCT, instituído pelas reformas 1999-2002, a estrutura decisória do fundo culminou em uma complexa estrutura de poder, acrescentando, além do Comitê Gestor Interministerial

(substituído pelo Conselho Diretor) e dos Comitês Gestores dos Fundos Setoriais, as seguintes instâncias: o Comitê de Coordenação Executiva, cuja instituição ocorreu mediante a Instrução Normativa do Conselho Diretor n.º 2/2010; e o Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais, instituído pela Portaria MCT n.º 151/2004 e previsto pela própria Lei n.º 11.540/2007.

Em 2013, a complexidade da atual estrutura foi objeto de análise do Tribunal de Contas da União (TCU), mediante o Acórdão n.º 3.440/2013 – TCU – Plenário, que concluiu: “Uma das possíveis causas que dificultam a elaboração de políticas e diretrizes pelo Conselho Diretor do FNDCT é o **complexo sistema de governança do fundo**” (BRASIL, 2013, p. 12, grifos nossos).

Para Brasil (2016), essa complexidade ficou evidente ao enumerar as instâncias e atribuições no processo de decisões das destinações dos recursos do FNDCT:

O **sistema de gestão do FNDCT é notadamente complexo**, sendo composto pelo Conselho Diretor do fundo, pelo Comitê de Coordenação Executiva, pelo Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais, por 14 Comitês Gestores de Fundos Setoriais e por 2 Comitês Gestores de Fundos Não Setoriais (CT-Infra e FVA). Como destacado durante as audiências públicas, são mais de 150 gestores. Além disso, a Finep atua como secretaria executiva do fundo (BRASIL, 2016, p. 77, grifos nossos).

Para efeito de uma descrição geral dessa estrutura, a Lei n.º 11.540/2007 substituiu o Comitê Gestor Interministerial pelo Conselho Diretor, redefinindo como atribuições dessa nova instância, dentre outras, recomendar aos comitês gestores, em relação aos recursos destinados por lei em programação específica, medidas voltadas a compatibilizar e articular as políticas setoriais com a Política Nacional de C&T, por meio de ações financiadas com recursos do FNDCT e das ações transversais.

A Lei n.º 11.540/2007 assegurou que o Conselho Diretor seria presidido pelo titular do então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e integrado por representantes de diversas outras pastas. Também fariam parte do conselho os presidentes da Finep, do CNPq, do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), além de representantes do setor empresarial, da comunidade científica e tecnológica e dos trabalhadores da área de ciência e tecnologia.

O Comitê de Coordenação Executiva, embora não previsto no texto da referida lei, foi instituído pela Instrução Normativa do Conselho Diretor n.º 2/2010, que estabeleceu, para a sua composição, exclusivamente, as participações do secretário executivo e de outros secretários do MCT, além dos presidentes da Finep e do CNPq, ou seja, não houve previsão de participação de representantes

do setor empresarial interessados ou atingidos. Entre as competências atribuídas pela citada Instrução Normativa estão: identificar e recomendar as áreas prioritárias para a aplicação dos recursos das ações setoriais e submeter à aprovação por parte dos comitês gestores e Comitê de Coordenação; coordenar a elaboração dos termos de referência das ações transversais, aprová-los e encaminhá-los às agências para a elaboração de editais, chamadas públicas e encomendas mediante ações transversais e verticais; e articular e coordenar o acompanhamento e a avaliação geral das ações do FNDCT.

O Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais, cuja presidência foi atribuída ao MCT, é composto pelos presidentes dos comitês gestores da Finep e do CNPq. Entretanto, nem a Portaria MCT n.º 151/2004 nem a Lei n.º 11.540/2007 definiram as competências desse Comitê. Tal determinação foi apresentada por meio da Instrução Normativa do Conselho Diretor n.º 2/2010, que atribuiu a esse comitê as competências de: promover a gestão operacional integrada das ações setoriais, com o apoio da Assessoria de Coordenação dos Fundos Setoriais (Ascof) do MCT; coordenar a elaboração dos planos de investimentos para detalhamento pelos comitês gestores; coordenar a elaboração e aprovar os termos de referência das ações setoriais; elaborar termos de referência para orientar a utilização dos recursos destinados no orçamento para as ações setoriais; e submetê-los à deliberação por parte do Comitê de Coordenação Executiva.

Os Comitês Gestores dos Fundos Setoriais, instâncias decisórias originárias do FNDCT, foram instituídos individualmente pelas respectivas leis criadoras dos programas setoriais. Em geral, a composição desses comitês gestores inclui um representante do MCTI, que o preside; representantes dos demais ministérios, de agências reguladoras e de empresas públicas ligadas ao setor específico; além de representantes dos setores industrial e acadêmico. Entre as competências desses comitês, estão: definir diretrizes e o plano anual de investimentos; acompanhar a implementação de ações; e avaliar os resultados. Uma vez definidas as ações, suas implementações ficariam a cargo dos agentes executores: Finep e CNPq.

Entretanto, a partir da Lei n.º 11.540/2007 e das subseqüentes Instruções Normativas do Conselho Diretor n.º 2 e n.º 3, ambas de 2010, o Comitê de Coordenação Executiva assumiu muitas das principais competências que haviam sido atribuídas ao Conselho Diretor do FNDCT. Desde então, esse comitê vem se transformando no centro de poder do FNDCT, em detrimento do Conselho, do Comitê de Coordenação e dos Comitês Gestores dos Fundos Setoriais.

## 4. Interpretações sobre como ocorreram as alterações na estrutura decisória da governança do FNDCT e das implicações dessas alterações

Além das alterações significativas ocorridas no arranjo político-institucional, os objetivos do FNDCT também sofreram profundas alterações, com a finalidade de: a) desvincular, mediante ações transversais, a aplicação das receitas nos programas de financiamento das atividades de P&D previstos nas normas que os criaram, que são as leis e regulamentos dos fundos setoriais; b) destinar parte dos recursos desses fundos setoriais, outrora previstos para programas vinculados, ao financiamento reembolsável (crédito) para projetos das empresas inovadoras, mediante empréstimos da Finep de até 25% de todas as receitas<sup>8</sup>; e, c) estabelecer a necessidade de avaliação dos resultados e dos impactos das ações específicas dos fundos setoriais e das ações transversais.

Além dessas alterações nos objetivos e nas destinações dos recursos, há, ainda, os desvirtuamentos de recursos do FNDCT para custear contratos de gestão, firmados entre o MCTI e organizações sociais, e para o Programa Ciência sem Fronteiras (CsF)<sup>9</sup>.

A maioria dos estudos sobre o FNDCT não aborda as consequências dessas alterações. Pelo contrário, tende a analisar os aspectos positivos das mudanças nas legislações desse fundo. Na leitura de De Negri e Lemos (2010, p. 187/188), a reestruturação do FNDCT “marcou um avanço nas políticas de incentivo à C&T no Brasil, por conceder autonomia financeira ao Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia e ao contemplá-lo com recursos orçamentários e empréstimos do exterior”.

Estudos como os de Nascimento e Oliveira (2013) sobre a execução das ações transversais no FNDCT - iniciadas juntamente com o processo de desestruturação do arranjo político-institucional original da governança - concluem que elas se mostraram, na prática, como instrumento de pulverização dos recursos dos fundos setoriais<sup>10</sup>:

8 Antes da Lei nº 11.540/2007, o financiamento reembolsável da Finep era realizado basicamente com recursos próprios e recursos captados de terceiros, principalmente do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT); do Fundo Nacional de Desenvolvimento (FND), extinto em 2010; e do Fundo Nacional de Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funntel).

9 Os desvirtuamentos de recursos do FNDCT para custear contratos de gestão, firmados entre o MCTI e organizações sociais, e para o Programa Ciência Sem Fronteiras (CsF) foram julgados irregulares pelo TCU nos acórdãos nº 2000/2012 – TCU – Plenário e nº 500/2015 – TCU – Plenário.

10 Em análise para período posterior ao ano de 2008 estudado por Nascimento e Oliveira (2013), o Tribunal de Contas da União constatou forte desvirtuamento do FNDCT na execução dessas ações transversais, o que ficou consubstanciado nos seguintes julgados: Acórdão nº 686/2005 - TCU – Plenário; Acórdão nº 3081/2008 - TCU - Plenário; TC-002.105/2012-8 que resultou no Acórdão nº 2000/2012 - TCU - Plenário; TC nº 015.995/2012-7 que resultou no Acórdão nº 3440/2013 - TCU – Plenário.

Contraopondo-se à justificativa declarada para sua introdução, as ações transversais **têm se mostrado, na prática, muito mais um instrumento de pulverização dos recursos dos fundos setoriais do que de efetivação de políticas estratégicas**. Pelo menos isto é o que pode ser observado quando são confrontados os projetos apoiados e a realocação de recursos engendrada pelas ações transversais com os temas, as áreas e os setores estratégicos estabelecidos pelos documentos oficiais de política. Os dados disponíveis sugerem que tais ações não proporcionaram, entre 2004 e 2008, **nem um redirecionamento dos recursos a temas estratégicos não contemplados por CTs específicos**, nem a redistribuição dos recursos entre os CTs existentes, nem uma maior indução à participação de empresas nos projetos apoiados (NASCIMENTO e OLIVEIRA, 2013, p. 73/74, grifos nossos).

Seguindo a mesma abordagem de Nascimento e Oliveira (2013), Corder (2008) afirma que a criação das ações transversais desqualificou o modelo de gestão compartilhada constituído nas reformas dos programas ou fundos setoriais de 1999 a 2002:

**Importantes alterações foram verificadas na gestão destes fundos setoriais**, mas duas merecem destaque: a ênfase na aprovação por meio de editais, em detrimento das demais formas de submissão das propostas, o que implica uma maior intervenção do governo sobre o perfil dos projetos e áreas do conhecimento a serem beneficiadas. Outra alteração foi a **criação das chamadas “ações transversais”, permitindo que os recursos dos fundos sejam alocados em setores que não aqueles provedores de recursos financeiros**. Esta solução, de certa forma, **desqualificou o modelo de gestão compartilhada**, que se constituía na grande novidade destes fundos (CORDER, 2008, p. 93, grifos nossos).

A desestruturação do modelo de gestão compartilhada a partir da implementação das ações transversais também foi destacada por Pacheco e Corder (2010):

**A lógica dos Fundos Setoriais deveria ser a de uma gestão compartilhada**, com participação do setor privado e da academia nos comitês gestores. **As Ações Transversais, porém, se sobrepõem a este modelo de gestão**, em nome da Política industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PICTE. Mas não é claro qual o sentido estratégico destas ações e não há documentação técnica capaz de justificar essa alocação, como havia no passado. Também não se tem obedecido à determinação legal de que os Fundos devam ter documentos de diretrizes que orientem a alocação de recursos. Ou seja, **falta suporte técnico qualificado para as decisões e um modelo de gestão compatível com a relevância que adquiriram os Fundos Setoriais**. O setor privado, e também o acadêmico, é um ente ausente da **gestão dos recursos e das definições estratégicas** (PACHECO; CORDER, 2010, p. 38, grifos nossos).

Entretanto, no entendimento de Rezende (2007), ministro do MCT entre 2005 e 2010, foi importante inserir na Lei nº 11.540/2007 as desvinculações das aplicações dos recursos do FNDCT em relação às origens das fontes de receitas, para possibilitar o apoio a ações mais abrangentes e programáticas. O autor destaca que, a partir dessa inserção, o Conselho Diretor passou a decidir sobre o percentual dos recursos dos fundos que seriam utilizados para apoiar ações abrangentes, de forma desvinculada das fontes de receita. A leitura de Rezende é a de que essa desvinculação aumentou a disponibilidade de recursos para as atividades de C&T. O ex-ministro não previu, contudo, a possibilidade de essa desvinculação desvirtuar a destinação dos recursos para fins não previstos nas leis que criaram os programas ou fundos setoriais de C&T e, assim, comprometer o futuro desses programas.

Na leitura de Melo (2009), esses programas e fundos setoriais de C&T foram fundamentais para estruturar um novo sistema de financiamento à P&D no Brasil. O autor analisou a evolução das aplicações dos recursos em atividades de P&D em dois períodos: entre 1967 e 1997, abrangendo a instituição do FNDCT; e a partir de 1997, com a aprovação das legislações dos fundos setoriais, até o ano de 2006. Por meio dessa análise, Melo concluiu que: no segundo período, houve maior crescimento das destinações dos recursos reembolsáveis em relação aos recursos não reembolsáveis; e essa mudança de participação é atribuída às alterações institucionais e de governança ocorridas no período de 1997 a 2006.

Poucos autores questionaram as consequências das alterações no arranjo político-institucional da estrutura decisória do FNDCT e seus efeitos às destinações não reembolsáveis voltadas às atividades de C&T. Entretanto, no ano de 2003, já havia autores, a exemplo de Bastos (2003), que alertavam para os riscos do modelo de gestão adotado para os fundos setoriais:

No Brasil, o enfoque setorial combinado com o modelo de gestão compartilhado acabou produzindo uma estratégia mista, de difícil operacionalização, exigindo um esforço de coordenação hercúleo por parte do MCT, o que explica, em boa medida, a morosidade na aplicação dos recursos dos fundos setoriais. Paralelamente, produziu uma estratégia politicamente arriscada, que, no limite, **poderá levar ao desmembramento dos “fundos” e das ações de C&T de forma descentralizada entre vários ministérios, conforme as propostas que chegaram a ser feitas quando da criação das receitas vinculadas** (BASTOS, 2003, p. 251, grifos nossos).

Pacheco (2003) também já alertava para as questões de institucionalidades e de instrumentos da política de C&T e para as pressões existentes no processo de alocação dos recursos destinados à área:

Essa última dimensão, o desenvolvimento tecnológico do setor empresarial, foi sempre a perna frágil do modelo e sua debilidade, ao invés de conduzir à revisão das políticas, curiosamente reforçou uma abordagem “acadêmica” das políticas de C&T, que moveu-se progressivamente pressionada por duas circunstâncias. De um lado, o êxito da pós-graduação universitária criava uma clientela crescente para os recursos públicos e **uma forte pressão sobre a alocação dos fundos públicos**. De outro, **a institucionalidade, os instrumentos e as políticas de suporte à atividade de P&D empresariais passaram a ser pensadas nos termos das mesmas políticas de apoio à atividade de pesquisa acadêmica, e não no terreno da política econômica** (PACHECO, 2003, p. 05, grifos nossos).

Especificamente a partir da criação do Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais, o setor produtivo criticou a dificuldade em ter sua representação no modelo de gestão desses fundos e a consequente perda de capacidade decisória dos comitês gestores, nos quais havia melhor representação do setor produtivo, conforme destaca Pereira (2005):

Se o setor produtivo não poupou críticas ao modelo de gestão concebido na fase inicial de implementação dos Fundos Setoriais – FSs, **com a criação do Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais – CCFS, em 2004, essas tornaram-se mais incisivas, beirando mesmo ao impasse**. Nessa instância de gestão, a de maior poder sobre os FSs, atualmente, **o setor produtivo não está representado**, a não ser indiretamente pelos presidentes dos comitês gestores. A questão da representação não esgota totalmente as críticas do setor empresarial, aprofundadas quando relacionam a criação da CCFS à **crescente centralização na gestão dos FSs e consequente perda de capacidade decisória dos comitês gestores**. Esse entendimento levou representantes do setor produtivo nos comitês do FVA, CTEspacial e CTAero a manifestarem publicamente **oposição às ações transversais** e a seu sistema de gestão por considerarem haver desvios de finalidade em suas inversões. Mais incisivamente, **chegaram a comentar que o Comitê Gestor do FVA estaria servindo apenas para referendar decisões já tomadas em outras instâncias** (PEREIRA, 2005, p. 32, grifos nossos).

Enquanto avançava o debate, por parte da literatura, sobre as consequências das alterações no modelo de gestão dos fundos setoriais, surgiu, entre 2014 e 2017, a discussão sobre uma crise financeira do FNDCT como consequência das políticas de restrições fiscais do Estado. Sobre essa crise, Marques (2017) afirmou que a situação decorria da falta de recursos, resultante de contingenciamentos e do fato de os “fundos setoriais terem sido usados para tapar buracos do orçamento do MCTIC, o que não era a função original desses recursos” (MARQUES, 2017, p. 26). Todavia, o autor não investiga essa crise como consequência das alterações no arranjo político-institucional da estrutura decisória do FNDCT, ou seja, da fragilização dessa estrutura.

Sem analisar o processo de fragilização da estrutura decisória da governança do FNDCT, Buainain *et al.* (2017a) também destacam que o fundo passa por um esgotamento do padrão de financiamento e enfrenta uma crise que compromete o futuro do País: “Entre 2000 e 2016 o Sistema Nacional de Inovação (SNI) foi crescendo enquanto os recursos disponíveis foram diminuindo em termos reais. O resultado é a recriação da crise de financiamento à CT&I brasileira que ensejou a criação dos Fundos Setoriais” (BUAINAIN *et al.*, 2017a, p. 01).

Pacheco (2016), ao participar como palestrante de Sessão pública promovida pela Comissão da Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática do Senado Federal, em 22 de novembro de 2016, para debater esse contexto, associou a crise financeira do FNDCT com às alterações na estrutura da governança e aos desvirtuamentos nas aplicações dos recursos desse fundo:

Passados alguns anos, do ano de 2003 para frente, **o MCTI, num certo sentido, foi retirando poder dos Comitês Gestores dos Fundos Setoriais.** Essa coisa já aconteceu. Essa governança que está descrita aqui, com a criação de Comitê de Coordenação Executiva, Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais. Na verdade, a lei de criação dos fundos é clara ao definir que os Comitês Gestores dos Fundos eram Comitês que tinha a atribuição de aprovar diretrizes, **fazer um documento obrigatório anual de diretrizes de aplicação,** e de fazer a avaliação de resultados e custos do fundo. (...) Então, na verdade, essa governança parece inteligente, **mas ela foi feita para tirar uma parte grande do poder dos Comitês com representantes externos.** (...) O MCTI, logo em seguida, criou uma coisa que se chama **Ação Transversal,** sob a justificativa de que os fundos não atendiam as prioridades de política industrial. Criou a Ação Transversal tirando dinheiro de todas as ações, **não passando mais pelos Comitês, e o Ministério diretamente alocando esses recursos. Então, a governança das Ações Transversais sequer aparece nos Comitês.** (...) Uma parte da fragilidade que explica o FNDCT ter colapsado é a incapacidade do Ministério de convencer, e ter força de convencer, os outros atores – o Ministério da Saúde e o Ministério da Agricultura – a defenderem esse modelo. Quando o Ministério usa esse recurso para fazer tudo o que quer e, na verdade, esquece os parceiros setoriais, ele perde força e perde sentido, porque a área de ciência e tecnologia não é uma área para si, mas é alguma coisa que deve estar articulada a um conjunto maior de ações (PACHECO, 2016, p. 11, grifos nossos).

Na mesma abordagem de Pacheco (2016), Buainain *et al.* (2017b) argumentou que o novo modelo de gestão dos programas ou fundos setoriais resultou na ampliação do poder decisório do MCTI para definir sobre as alocações dos recursos, em detrimento dos comitês gestores:

Com o novo modelo de gestão integrada dos fundos setoriais, foram constituídas as **ações transversais**, que deveriam expressar as prioridades do governo (MCT) e da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), evitar a duplicidade ou dispersão de iniciativas e assegurar maior transparência e eficiência na execução dos recursos. Mas, **na prática, o que ocorreu foi a ampliação do papel do governo no processo decisório, em detrimento da capacidade dos comitês gestores de definir a alocação dos recursos. As operações tornaram-se menos transparentes** e a dispersão na aplicação dos recursos foi ampliada (BUAINAIN *et al.*, 2017b, p. 106, grifos nossos).

Na linha contrária em relação a Pacheco (2016) e a Buainain *et al.* (2017), e mais próximo de Marques (2017), Pelaez *et al.* (2017) insiste que:

Os crescentes cortes orçamentários impostos pelo governo federal no financiamento à C&T **fragilizaram as melhoras institucionais conseguidas desde a criação dos Fundos Setoriais**. Em tal cenário, a agenda de política de C&T tem sido sistematicamente esvaziada ou descontinuada com a priorização de questões emergenciais **relacionadas com o déficit fiscal pelo governo federal** (PELAEZ *et al.*, 2017, p. 803, grifos nossos).

Para reforçar a argumentação da linha de interpretação de Pacheco (2016) e Buainain *et al.* (2017), convém ponderar que o TCU já havia identificado alterações na estrutura decisória da governança do FNDCT, com perda de competências dos Comitês Gestores dos Fundos Setoriais para as outras instâncias do fundo, nos seguintes julgados: i) o Acórdão n.º 2003/2012 – TCU – Plenário; ii) o Acórdão n.º 2000/2012 – Plenário; e iii) o Acórdão n.º 3440/2013 – TCU – Plenário.

Esse último acórdão identificou uma série de impropriedades e inadequações: na aplicação dos recursos do FNDCT, por falta de políticas e diretrizes; no modelo de avaliação global do fundo, por ausência de métodos, de indicadores e de informações para avaliar os resultados de cada modalidade de investimentos do fundo; na execução de recursos pelas agências de fomento mediante ações transversais sem aprovação dos Comitês de Coordenação Executiva do FNDCT; e nos investimentos do fundo, por falta de estabelecimento de prioridades e de metas pelo conselho diretor do FNDCT, entre outras.

## 5. Considerações finais

As argumentações apresentadas nesse artigo permitem inferir que o processo de fragilização da estrutura decisória de governança do FNDCT foi decorrente da desestruturação do modelo de gestão compartilhada e das alterações dessa estrutura de governança a partir da Portaria MCTI n.º 151/2004 e da Lei n.º 11.540/2007. Essas alterações levaram a um processo de fragilização político e institucional dessa estrutura, o que culminou na atual crise financeira atual por qual passa esse fundo.

Do mesmo modo, grande parte da literatura considera essa crise uma consequência de contingenciamentos de recursos arrecadados pelo fundo. Entretanto, as argumentações apresentadas nesse artigo sobre o processo de fragilização da estrutura decisória de governança do FNDCT e os debates realizados pela Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática (CCTICI) do Senado Federal são indicativos de que essa interpretação não é consensual (BRASIL, 2016).

Diante disso, é possível deduzir que as interpretações da crise em questão que desconsideram o processo de fragilização da estrutura de governança do FNDCT como um dos fatores principais da crise tendem a ser as mais cortejadas pelo debate político. As consequências dessas conclusões são proposições de projetos de leis cujas exposições de motivos são centradas na problemática dos contingenciamentos e da falta de recursos.

Assim, esse artigo contribui com o debate ao associar a crise financeira atual do FNDCT às alterações na sua estrutura decisória de governança desde 2004, para que as interpretações dessa crise tenham seus escopos de análise ampliados e não fiquem circunscritas à falta de recursos, como vem sendo enfatizado por boa parte da literatura e por exposições de motivos de projetos de lei atualmente em discussão no Congresso Nacional.

## Referências

BASTOS, V.D. Fundos públicos para ciência e tecnologia. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 20, p. 229-260, dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Conselho Diretor do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Instrução Normativa n.º 2, de 22 de dezembro de 2010**. MCTI, 2010. Dispõe

sobre o detalhamento das atribuições das diversas instâncias da estrutura organizacional, da operação e funcionamento do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/23998693/pg-4-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-24-12-2010>.

\_\_\_\_\_. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Livro Branco**: ciência, tecnologia e inovação, Brasília: 2002.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria MCT n.º 151, de 02 de abril de 2004. Institui o Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais objetivando maior integração entre os Comitês Gestores, no sentido de otimizar os resultados das ações desenvolvidas na execução das políticas do Ministério e homologar os comprometimentos de recursos aprovados no âmbito de cada Fundo. **Disponível em:** [http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/migracao/Portaria\\_MCT\\_n\\_151\\_de\\_02042004.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/migracao/Portaria_MCT_n_151_de_02042004.html).

BRASIL. Presidência da República. **Lei no 11.540, de 12 de novembro de 2007**. Dispõe sobre o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT; altera o Decreto-Lei no 719, de 31 de julho de 1969, e a Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11540.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11540.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n. 10.197 de 14 de fevereiro de 2001**. Acresce dispositivos ao Decreto-Lei no 719, de 31 de julho de 1969, para dispor sobre o financiamento a projetos de implantação e recuperação de infra-estrutura de pesquisa nas instituições públicas de ensino superior e de pesquisa, e dá outras providências. Brasília, 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/LEIS\\_2001/L10197.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10197.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n. 8.172 de 18 de janeiro de 1991**. Restabelece o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Brasília, 1991. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L8172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8172.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Decreto-Lei n. 719 de 31 de julho de 1969**. Cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e dá outras providências, Brasília, 1969. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0719.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0719.htm).

\_\_\_\_\_. **Relatório s/n da Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática do Senado**. Gabinete do Senador Lasier Martins, 2016.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União. Acórdão n.º 3.440/2013. Plenário. Relator: Augusto Sherman. Sessão de 04/12/2013. Disponível em: <https://contas.tcu.gov.br/pesquisa/jurisprudencia/#/detalhamento/11/>

*%25202013%2520e%25203440/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%2520C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/false/3/false.*

BUAINAIN, A.M.; JUNIOR, I. de S.L.; CORDER, S. Desafios do financiamento à inovação no Brasil. In: COUTINHO, D.R.; FOSS, M.C.; MOUALLEM, P.S.B. **Inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e institucionais**. São Paulo: Blucher, 2017b. p. 97-124.

BUAINAIN, A.M.; CORDER, S.; BONACELLI, M.B.M. **Crise do financiamento público à inovação no Brasil**. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 17. Cidade do México, out. 2017a.

CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2., 2001, Brasília, DF. 2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Anais...Brasília: Ministério da Saúde, 2001. 270 p.

CORDER, S. A política de financiamento à inovação no Brasil. **Economia & Tecnologia**, Ano 04, v. 14, jul./set. 2008.

DE NEGRI, J.A.; LEMOS, M.B. FNDCT, Sistema Nacional de Inovação e a presença das empresas. Revista **Parcerias Estratégicas**. Edição Especial, Brasília – DF, Vol. 15, nº 31, p. 187-244, julho-dezembro de 2010.

MARQUES, F. Financiamento em crise. **Pesquisa da FAPESP**, n. 256, jun. 2017.

MELO, L.M. de. Financiamento à inovação no Brasil: análise da aplicação dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) de 1967 a 2006. **Revista Brasileira de Inovação (RBI)**, Rio de Janeiro (RJ), v. 8, n. 1, p.87-120, jan./jun. 2009.

NASCIMENTO, P.A.M.M.; OLIVEIRA, J.M. de. Papel das ações transversais no FNDCT: redirecionamento, redistribuição, indução ou nenhuma das alternativas? **Revista Brasileira de Inovação (RBI)**, p. 73-104, jan./jun. 2013.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OCDE. **Frascati Manual 2015** - Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development 2015. Available In: <http://www.oecd.org/sti/inno/frascati-manual.htm> or <https://www.leidobem.com/manual-de-frascati/>.

PACHECO, C.A.; CORDER, S. **Mapeamento institucional e de medidas de política com impacto sobre a inovação produtiva e a diversificação das exportações**. Santiago: Cepal, 2010.

PACHECO, C.A. **As Reformas da política nacional de ciência, tecnologia e inovação no Brasil** (1999-2002). Santiago de Chile: CEPAL, dez. 2007. (Manual de Políticas Públicas). Disponível em: <https://www.cepal.org/iyd/noticias/paginas/5/31425/carlosamericop.pdf>.

PACHECO, C.A. **As Reformas da política nacional de ciência, tecnologia e Inovação no Brasil** (1999-2002). Campinas: Comissão Econômica para América Latina e Caribe – CEPAL, nov. 2003.

PACHECO, C.A. **Notas Taquigráficas** da 35ª Reunião Extraordinária da Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática da 2ª Sessão Legislativa Ordinária da 55ª legislatura, realizada em 22 de novembro de 2016. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/notas-taquigraficas/-/notas/r/5628>. Acesso em: 27 de janeiro de 2018.

PELAEZ, V.; INVERNIZZI, N.; FUCK, M.P.; BAGATOLLI, C.; OLIVEIRA, M.R. de. A volatilidade da agenda de políticas de C&T no Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 5, p. 788-809, set./out. 2017.

PEREIRA, N.M. Fundos setoriais: avaliação das estratégias de implementação e gestão. **Texto para Discussão do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA**. n. 1136 Brasília, nov. 2005.

REZENDE, S. **Plano de ações 2007-2010**: Ministro Rezende conta em entrevista que encaminhamento pretende imprimir à C&T no País até o final do governo. Brasília: CGEE, 2007. Disponível em: [http://www.cgee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in\\_news=639&boletim=5](http://www.cgee.org.br/noticias/viewBoletim.php?in_news=639&boletim=5). Acesso em: 27 de novembro de 2017

## SEÇÃO 2

### METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO E MENSURAÇÃO DE IMPACTOS DE PROGRAMAS, POLÍTICAS E AÇÕES DE CT&I

---

*Publish or perish?* Avaliação de redes de pesquisa e colaboração com RNPE

Proposta de indicadores sistêmicos de inovação para  
Avaliação do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Aneel

Caracterização da multidisciplinaridade das áreas de  
avaliação da Capes por meio de análise temática

Impactos da pesquisa em saúde no Brasil:  
o caso dos estudos de mortalidade materna e morbimortalidade neonatal

Evolução de coautorias do Programa Sisbiota Brasil

PPSUS/RS: um estudo sobre avaliação de impacto usando abordagem quase-experimental

Um método orientado a propósito aplicado ao Currículo Lattes  
para fins de concessão de fomento a pesquisadores em grupos colaborativos

Genealogia acadêmica: um novo olhar sobre impacto acadêmico de pesquisadores



## *Publish or perish?* Avaliação de redes de pesquisa e colaboração com RNPE

Denise Leite<sup>1</sup>, Isabel Pinho<sup>2</sup>, Bernardo Sfredo Miorando<sup>3</sup> e Célia Elizabete Caregnato<sup>4</sup>

---

### **Resumo**

Este trabalho apresenta marcadores desenvolvidos no bojo de uma metodologia intitulada Avaliação Participativa de Redes de Pesquisa e Colaboração [Research Networks Participatory Evaluation (RNPE)]. Sua formulação foi fundamentada na análise da produção científica de pesquisadores de diferentes contextos e empregou como principal fonte de dados a Plataforma Lattes, bem como tecnologias de análise de redes sociais. Os marcadores obtidos servem ao propósito de avaliar o processo de produção de conhecimento

### **Abstract**

*This paper presents the markers developed within the framework of a methodology entitled Research Networks Participatory Evaluation (RNPE). Its formulation was based on the analysis of the scientific production of researchers from different contexts and employed as its main data source the Lattes Platform, as well as social networks analysis technologies. The obtained markers serve the purpose of evaluating the knowledge production process by researchers working in collaborative connections and show, moreover, the interaction*

---

1 Doutora em Ciências Humanas – Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1A do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFRGS. Porto Alegre, Brasil.

2 Doutora em Gestão pela Universidade de Aveiro (UA). Pesquisadora e docente da Unidade de Investigação em Governança, Competitividade e Políticas Públicas (GOVCOPP) da UA. Aveiro, Portugal.

3 Mestre em Educação pela UFRGS. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFRGS, com bolsa da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Porto Alegre, Brasil.

4 Doutora em Educação pela UFRGS. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Departamento de Ensino e Currículo da UFRGS. Porto Alegre, Brasil.

dos investigadores que trabalham em conexões colaborativas e mostram, ainda, a interação em uma rede de pesquisa, bem como seu alcance – local, regional, nacional, internacional. *within a research network, as well as its reach – local, regional, national, international.*

**Palavras-chave:** Avaliação Participativa de Redes de Pesquisa (RNPE). Redes de pesquisa. Colaboração. Avaliação. Marcadores quantitativos. Marcadores qualitativos. **Keywords:** *Research Networks Participatory Evaluation (RNPE). Research networks. Collaboration. Evaluation. Quantitative markers. Qualitative markers.*

## 1. Introdução

Este texto traz uma síntese de pesquisas apoiadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), cujos resultados vêm sendo publicados e divulgados em artigos, livros, eventos e vídeos<sup>5</sup>. Na parte introdutória, discute as origens da avaliação e a polissemia do vocábulo. A seguir, expõe um breve histórico para caracterizar a necessidade de explorar o funcionamento de redes de pesquisa e colaboração como uma especificidade da avaliação de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Descreve, ainda, a metodologia empregada para obtenção dos marcadores de Avaliação Participativa de Redes de Pesquisa e Colaboração [*Research Networks Participatory Evaluation (RNPE)*] a partir da análise da produção científica de pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento.

As redes de pesquisa constituem o fenômeno emergente característico da ciência do século 21. Sua importância para o desenvolvimento científico foi sinalizada por Adams (2012; 2013) na *Nature*. O estudo das redes sociais desenvolvido ao longo do século 20, refletindo uma acumulação de conhecimentos oriunda de várias áreas científicas - ciências da informação e da comunicação, estatística, informática, matemática, sociologia, psicologia e educação, entre outras, favoreceu sua aplicação ao campo da pesquisa. Redes de coautorias em publicações vêm sendo estudadas em sua complexidade, por meio de rotinas de alta sofisticação. Os resultados contribuem para o avanço e a visibilização da ciência e, ao mesmo tempo, fazem girar um mercado mundial de periódicos. Dentre as engrenagens que disparam

5 O conjunto de marcadores quantitativos e qualitativos apresentados neste artigo é parte dos resultados de investigação realizada sob os auspícios do CNPq (Proc 561036/2010-1 Proc 471818/2014-3). A pesquisa se desenvolveu com projetos associados, exemplos práticos de incentivo e de motivação ao trabalho colaborativo, que corresponde à essência dessa iniciativa: integrar e valorizar a especialização de cada investigador e gerar valor para a sociedade. Os projetos foram liderados por pesquisadores de diversas instituições e diversos países: Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual de Mato Grosso, no Brasil; Universidade Nacional da Colômbia, na Colômbia; Universidade de Aveiro, em Portugal; Universidade de La República, no Uruguai.

o movimento desse mercado, encontram-se as publicações de um cientista e seus colaboradores e coautores, os quais, via de regra, tornam-se reféns do *publish or perish*.

O mérito de um cientista até recentemente era claro - residia em sua intensa procura de explicações para os fenômenos. Era seu objeto observar, levantar dados, verificar dados e explicar o mundo e a natureza. O mérito de um cientista em nosso século prende-se às medidas individuais de suas publicações, impactos das revistas em que publicou, citações que recebeu. Ou melhor, o mérito está fortemente dependente dos indicadores de produtividade e das métricas avaliativas usadas para calcular tais marcadores da produção de resultados científicos (LEITE; PINHO, 2017, p. 80).

A situação coloca desvantagens aos cientistas de contextos emergentes, que têm dificuldade em manter-se 'qualificados' no âmbito das agências financiadoras, além de entrar e permanecer no 'mundo da ciência global'. A ciência e a avaliação passaram a caminhar lado a lado. As métricas de aferição reconhecidas e aplicadas pelas agências regulatórias quantificam produtos e resultados de pesquisa, bem como pesquisadores, mas, via de regra, não penetram no âmago da produção de conhecimento, ou seja, no processo colaborativo que ocorre no interior de uma rede ou um grupo de pesquisa.

Os marcadores RNPE descritos neste artigo podem servir ao propósito de avaliar o processo de produção individual e de coautoria em pesquisa. De forma linear e simples, podem contribuir para valorizar a interação e a colaboração em microrredes, tal como aquelas que se formam no interior dos grupos que compõem o Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq. Servem, ainda, ao propósito educacional-formativo da fecundação da ciência, ou seja, são indicadores capazes de analisar a dinâmica criadora de conhecimento, ou seja, no real espaço da formação das novas gerações de pesquisadores. Falar sobre esses marcadores exige esclarecer o que se entende por avaliação.

## 2. Avaliação

### 2.1. Das origens

Refutamos a atribuição de primazia do uso, pelos britânicos, da palavra avaliação, que teria tido origem no vocábulo de Língua Inglesa *Evaluation* e surgido em 1813. Na Língua Portuguesa, no entanto, o termo não deriva do vocábulo inglês, data do século 16 e foi usado na escrita das Ordenações Manuelinas. Na Carta Régia de 15 de março de 1521, *Livro I, Título LXVII, Do Juiz dos órfãos, e coufas que a feu Officio*

*pertencem*, leem-se, na grafia de época, *aualiacao* (substantivo), *aualiacoes* (substantivo plural) e *aualiar* (verbo) (CARTA RÉGIA, 1984 [1521]). O sentido de partilha justa e salvaguarda de direitos fica claro no texto das Ordenações. Se, em sua origem histórica e de sentidos, a palavra avaliação foi estabelecida na escritura dos textos manuelinos, na origem etimológica, por sua vez, deriva do vocábulo latino *valere*, cujo significado é ter ou dar valor a algo ou a alguma coisa, validar ou tornar válido e digno (LEITE, 2011).

## 2.2. Da natureza e do campo científico

Ao considerar suas origens, a palavra avaliação teria uma natureza jurídica, pois era empregada com vistas à salvaguardar direitos. No século 21, no entanto, torna-se difícil situar, com precisão, a sua natureza e o campo científico no qual se encontram os estudos sobre avaliação. Entendendo campo científico, na perspectiva *bourdieusiana*, como um universo relativamente autônomo de relações, estruturado e com regras próprias de funcionamento que lhe conferem uma particularidade, depreende-se que a avaliação se apropria de forças e monopólios, lutas concorrenciais e estratégias de vários campos disciplinares, em busca de sua identidade, as quais não constituem um campo por si e em si, pois não lhe conferem a característica denominativa de uma ciência. O campo disciplinar predominante, no qual a avaliação se mostra em sua totalidade, seria o educacional, epistemologicamente permeado pelos conhecimentos da psicologia e psicométrica, sociologia, história e filosofia, entre outros. A avaliação, dentro do campo cientificamente pouco delimitado da educação, busca forças em outras disciplinas, preferencialmente das chamadas ciências duras.

Ainda que sejam várias as referências epistemológicas para a avaliação, o campo se estreita no âmbito das metodologias, que podem ser definidas por qualitativas e quantitativas.

## 2.3. Da indefinição à força da avaliação

A avaliação pode ser indefinida quando associada à educação. Dessa forma, são válidas as interpretações e os usos que recebe em diferentes culturas. Contudo, sua natureza, intrinsecamente ética e valorativa, define e marca interesses, servindo a finalidades diversas. Dessa forma, se justifica que a avaliação, transitando por muitas culturas e muitos campos disciplinares, se amolda a eles e deles deriva sua potência.

## 2.4. Dos conceitos

Desde que os modos de organizar a produção material de sociedades específicas se sofisticaram a ponto de exigir a seleção de pessoas para determinadas tarefas, isto é, desde os remotos anos 605 d.C., na China, empregou técnicas de medida. Para não confundir avaliação exclusivamente com medida, exame ou seleção, adota-se a expressão *avaliação* complementada por *institucional*. Esta expressão, que engloba políticas públicas e de CT&I, reúne estudos de macroescala e microescala, *ante* e *post facto*, com a finalidade de avaliar uma instituição, as pessoas que nela transitam e as políticas públicas em seu caráter global e contextualizado. Utiliza-se a mesma denominação para a avaliação tanto de políticas setoriais e instituições prestadoras de serviços públicos (como educação, saúde e previdência) quanto de planos e projetos, ou ainda, de políticas implementadas por governos e Organizações Não Governamentais (ONG) (BELLONI; MAGALHÃES; SOUSA, 2001).

Outro conceito essencial associado à avaliação é o de referencial ou referencialização (do latim *referens*), tanto no sentido cartesiano (posição em relação a um objeto ou sistema de objetos) quanto linguístico (sentido do signo e seu significado em relação à realidade que circunda um objeto). A referencialização pode ser considerada um método para delimitar a avaliação (FIGARI *et al.*, 1996) e envolve “um procedimento prévio de explicação da realidade, de construção de indicadores, referentes ou marcadores, sobre um dado contexto em relação ao qual se vai proceder à avaliação” (LEITE, 2006, p. 504). O ato de referencializar foi o primeiro passo para construir os marcadores RNPE direcionados à avaliação de redes de pesquisa e colaboração.

## 2.5. Da qualidade dos dados à qualidade da avaliação: integração das plataformas

O crescimento de plataformas *online* com dados da produção científica dos pesquisadores, verificado nas últimas décadas, permite que a avaliação da pesquisa possa incorporar dados disponíveis em acesso livre. O caso pioneiro do Brasil deve ser valorizado e reconhecido. A plataforma brasileira Lattes<sup>6</sup>, iniciada em 1999, recolhe, armazena e disponibiliza, em acesso aberto, as informações curriculares da comunidade científica nacional e de outros países. Sua contribuição à avaliação da pesquisa e de redes tem sido destacada (BALANCIERI *et al.*, 2005; LANE, 2010; MENA-CHALCO; CESAR JUNIOR, 2009). Essa plataforma é indicada mundialmente como um poderoso exemplo de boas práticas para disponibilização de dados de alta qualidade. Em *Opinion*, na *Nature*, Lane (2010) apontou razões que suportam esta afirmação:

- 1) o desenvolvimento da Plataforma Lattes permitiu a formação de uma “comunidade virtual” de agências federais e pesquisadores;

6 Disponível em: <http://lattes.cnpq.br>.

- 2) foram criados incentivos apropriados para que os pesquisadores e as instituições usem e alimentem a plataforma;
- 3) como as agências federais e as universidades usam informações disponíveis na plataforma para decidir sobre promoção de carreiras e financiamento, os pesquisadores são motivados a manter os seus dados atualizados;
- 4) um sistema de identificação único é estabelecido de modo a assegurar uma integração dos dados de cada pesquisador;
- 5) como resultado, a base de dados dos pesquisadores garante um grau elevado de dados “limpos”.

O desenvolvimento da plataforma do currículo Lattes, em paralelo a outras plataformas (Diretório dos Grupos de Pesquisa, Scielo, Sucupira e Qualis, por exemplo) é reconhecido tanto em nível nacional como internacional, por meio de parcerias com outros países latino-americanos e com a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), de Portugal.

A integração das plataformas em nível mundial vem sendo facilitada com o uso de identificadores únicos, tanto para pesquisadores como para instituições, a exemplo do recurso ORCID (ORCID). Esse esforço de integração facilita o uso das plataformas, tanto pelo lado da alimentação de informações por parte de docentes e pesquisadores como pelo lado da recolha de dados por diversos interessados, para auditoria, avaliação, gestão e governança da pesquisa. Esse manancial de dados permite aceder a um vasto leque de indicadores de qualidade, que devem ser selecionados de forma pensada, de modo a permitir a construção dos diversos sistemas de avaliação. Cada sistema de avaliação deve ser frugal, de uso intuitivo e escalável. Como é defendido no Manifesto de Leiden, as métricas quantitativas devem ser complementares à análise qualitativa e aprofundada dos conteúdos da produção da pesquisa, bem como apoiar a gestão das atividades acadêmicas (HICKS *et al.*, 2015).

### 3. Redes de colaboração em pesquisa

As redes são o espaço social onde as interações dos pesquisadores acontecem e que facilitam os processos de partilha, aquisição e cocriação de conhecimento. Para além dos grupos de pesquisa formais, o monitoramento das redes permite compreender como o processo de colaboração se desenrola. Para Katz e Martin (1997) “a colaboração é o trabalho em conjunto para atingir um objectivo comum de produzir conhecimento científico”. De acordo com Brannback (2003), uma rede é composta por alguns elementos básicos, como pessoas (atores) com objetivos comuns, ligações efetivas que permitem a interação em diversos níveis, uma liderança partilhada e independência dos membros que operam dentro e fora da rede e facilitam a colaboração entre si e com outros. As redes de pesquisa são constituídas por pesquisadores que trabalham num espaço dinâmico de competitividade e colaboração. Este trabalho é localizado mas inserido em pequenos mundos interligados globalmente (MILGRAM, 1967). No contexto da pesquisa, uma rede de colaboração pode ser explicitada, na sua fase embrionária, como uma conexão de dois investigadores “se estes forem coautores de um artigo” (NEWMAN, 2001, p. 404).

As coautorias são, assim, um meio de abordagem para compreender os fatores latentes dos processos de colaboração e de cocriação de conhecimento. A avaliação das redes inclui, também, a dimensão temporal porque as redes de pesquisa são arranjos dinâmicos que evoluem. Desse modo, seus ciclos de vida devem ser considerados para fornecer uma informação mais rica. A rede é como um ecossistema, cujos processos evolutivos de conectividade devem ser compreendidos.

Uma rede de pesquisa, na sua fase embrionária, começa com a parceria entre dois investigadores e torna-se visível com a publicação em coautoria. Esta experiência, se positiva, vai originar mais trabalho em colaboração e, conseqüentemente, mais publicação em coautoria. A coautoria vai ser ampliada pela colaboração com outros pesquisadores, outras agências de financiamento, empresas e organizações, que se vão reunindo por meio das ligações de cada um dos membros iniciais.

Ao longo do tempo, novas geometrias de colaboração originam novas coautorias. Isso ocorre devido ao equilíbrio entre uma coesão interna da rede e uma porosidade de autonomia de cada um dos seus membros. A estrutura da rede sustentável é, assim, internamente forte nas ligações entre colaboradores e externamente forte em razão da autonomia de cada um deles. O desenvolvimento da rede permite a entrada e saída de participantes, incentiva a colaboração dentro e fora do grupo, valoriza a especialização e procura integrar o conhecimento e as competências de cada um dos envolvidos.



**Figura 1.** Ciclo de vida das redes

Fonte: Leite; Caregnato; Sfredo Miorando (2018).

As características das redes em diferentes áreas de conhecimento impõem um cuidado maior com os dados qualitativos. Como explicam António Oliveira Silva e colegas (2006, p. 80), “embora seja um fenômeno geral, as características da pesquisa em cada área (questões operacionais, tradição de trabalho em grandes ou pequenos grupos, etc.) ainda determinam a estrutura de rede”. Dessa forma, “recomendam que a dinâmica das redes deve ser acompanhada pelos responsáveis pela política científica”.

Os pesquisadores são os motores dinamizadores desses espaços sociais, onde vão interagir, colaborar e coautorar, fundamentados na construção da confiança. Assim, compete à gestão das redes proporcionar ambientes facilitadores de colaboração e competitividade. Os membros da rede, por sua vez, devem assumir que essas duas forças existem. Desse modo, cabe à gestão da rede, ainda, procurar o equilíbrio entre essas duas forças e divulgar suas vantagens, a fim de que sejam percebidas e usadas. Da mesma forma, a gestão das redes deve identificar, minimizar ou transformar as desvantagens em desafios a serem vencidos.

## 4. Metodologia

A construção da metodologia para a obtenção de marcadores ou indicadores RNPE foi apoiada em van Raan, para quem “a ciência pode ser considerada um sistema de entidades altamente conectadas (publicações individuais, pesquisadores, grupos de pesquisa, universidades) que produzem e transferem conhecimento (ecossistema cognitivo). Todos os tipos de interrelações conectam estas entidades: ligações metabólicas definidas pelas citações e ligações semânticas definidas pela similaridade de conceitos” (VAN RAAN, 2008, p. 566).

Considerando os entendimentos teóricos sobre avaliação e redes de pesquisa, foram adotadas as referências existentes na literatura para Social Network Analysis (SNA) e Research Network Analysis (RNA) (BORGATTI, 2006; CAROLAN, 2014; DE NOOY *et al.*, 2005; FREEMAN, 1996; WASSERMAN; FAUST, 1994) para proceder à construção dos marcadores RNPE.

De modo a fornecer uma visão global da metodologia, foram consideradas quatro etapas sequenciais que estão resumidas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Metodologia RNPE: Marcadores quantitativos e qualitativos

	Primeira etapa	Segunda etapa	Terceira etapa	Quarta etapa
	Redes de publicações em uma <i>egonet</i> - Ligações metabólicas	Desenho da Rede Visualização - Sistema ecocognitivo	Redes e EgoRedes Discurso - Ligações semânticas	Estudos de Casos Redes Internacionais - Ligações metabólicas e semânticas em sistemas ecocognitivos
Objetos	Selecionar pesquisadores relevantes; recolher dados de publicação a partir do currículo Lattes em diferentes países e universidades.	Construir e visualizar os grafos das redes de coautoria dos pesquisadores em um determinado período de tempo.	Entrevistar pesquisadores relevantes no seu local de trabalho; entrevistar com o seu grafo de rede de coautoria; gravar diálogo para posterior transcrição consentida.	Relatório nacional e internacional dos estudos de caso das diversas redes.
Procedimentos	Elaborar o protocolo de recolha de dados; fazer o inventário de publicações em um determinado período de tempo; compilar a produção de cada pesquisador relevante e sua coautoria; aplicar técnicas de limpeza de dados.	Analisar a EgoRede formada e as coautorias.	Analisar conteúdo dos discursos, segundo a perspectiva das questões de pesquisa; realizar análise cruzada das entrevistas com a informação dos respectivos grafos.	Design inicial dos estudos de caso; elaborar o protocolo do estudo de caso; organizar planilha completa de toda a informação; identificar ciclos de vida das redes.
Resultados	Protocolo de análise das redes de colaboração; análise quantitativa das redes; planilhas de produção autoral dos pesquisadores relevantes, num determinado período de tempo.	Grafos das redes de coautoria de cada pesquisador selecionado; <b>Indicadores Quantitativos</b> para a proposta de avaliação participativa ou sistêmica das redes de colaboração em pesquisa.	Exercício auto-reflexivo da trajetória de publicação feita pelos pesquisadres; compreensão das redes de coautoria pelos próprios, no seu local de trabalho, universidade e país; <b>Indicadores Qualitativos</b> para a avaliação participativa de redes de colaboração em pesquisa.	Protocolo de estudos de caso; protocolo do contexto internacional; visão ampliada do posicionamento dos ciclos de vida das redes em diferentes contextos disciplinares e internacionais.

Fonte: Leite et al., 2018.

Na primeira fase do presente estudo, foram selecionados os pesquisadores e as áreas de conhecimento para delimitar a respectiva amostra. A fonte dos dados foi o currículo público dos profissionais constantes na Plataforma Lattes, que serve ao propósito de levantar a produção bibliográfica e as coautorias em artigos, livros e capítulos de livros. Os dados foram limpos. Com técnicas bibliométricas, foram construídos grafos das redes de coautorias para um período definido. Foram observados 10 anos consecutivos da produção de cada líder de rede ou grupo de pesquisa para elaborar indicadores de redes egocêntricas, ou seja, de relações entre atores partindo apenas de um ator da rede, o *egonetwork* (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Neste estudo, ainda foi considerado como critério de seleção do pesquisador a sua experiência (pelo menos 10 anos) na liderança de um mesmo grupo.

O levantamento de dados quantitativos para marcadores RNPE da rede de coautorias (Tabela 1, nas etapas primeira e segunda) seguiu o protocolo previamente elaborado (Tabela 2). Os dados recolhidos foram guardados em planilhas do tipo Excel e posteriormente organizados de acordo com os objetivos. Os marcadores quantitativos são formulados a partir desses dados e apresentados em grafos.

Cada líder irá, posteriormente, confrontar a visualização do próprio grafo (quarta etapa), o qual serviu de mote para a entrevista sobre os modos de processamento e interação em grupo de investigação. O ciclo de vida da rede foi obtido por meio da observação dos grafos e da descrição dos líderes segundo suas EgoRedes e pode ser constatado, igualmente, em estudos mais aprofundados (Tabela 1, nas etapas terceira e quarta).

**Tabela 2.** Protocolo para análise da colaboração em artigos

1 Dados de identificação
Nome do pesquisador em análise:
Nome da instituição:
Área do conhecimento do pesquisador:
Responsável pela análise:
Data da análise:

2 Estrutura da rede a partir de artigos (análise do grafo)		Frequência	
		Abs.(n)	Rel. (%)
Autores da rede	Total da rede		
	no Brasil		
	no Brasil extragrupo		
	fora do Brasil		
Identificação de agrupamentos ( <i>clusters</i> ) de nós (vértices)	Isolados (ligação só ao líder)		
	Com dois componentes (além do líder)		
	Com três ou mais componentes (além do líder)		
Instituições dos autores	No País		
Universidades e demais Instituições de Ensino Superior (IES)	No exterior		
	Subtotal		
Entidade extra-acadêmica	No País		
	No exterior		
	Subtotal		
	Total		
		Assinalar	Ligações
Rede egocêntrica (grau de centralização e poder do líder)	Pura (relação apenas entre o líder e os demais atores)		
	Interconectada (relações entre autores secundários)		

## 3 Caracterização da produção a partir dos artigos (planilha Excel)

		Frequência absoluta (n)	Frequência relativa (%)
Total de artigos			
Artigos por número de autores	Autores		
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6 – 10		
	> 10		
Artigos por inserção geográfica	No País		
	No exterior		
Periódicos	No País		
	No exterior		
	Total		

Fonte: Leite et al., 2014.

## 5. Resultados: avaliação de redes de pesquisa e colaboração com marcadores RNPE

O conjunto de marcadores/indicadores quantitativos para RNPE (Tabela 3) situa posições de *egonetworks* a partir do currículo Lattes do líder da rede ou do grupo de pesquisa.

**Tabela 3.** Marcadores quantitativos para RNPE

Indicador	Descrição	Categorias
Rede de atores	Composição da rede de acordo com a nacionalidade e filiação de coautores relativamente ao grupo de pesquisa	Colaboradores Intragrupo; Colaboradores Extragrupo; Colaboradores no exterior
Agrupamento de atores	Capacidade do líder do grupo de congregar colaboradores, evidenciada por coautorias formando sub-redes	Atores ligados apenas ao líder do grupo; Atores ligados a outro coautor além do líder do grupo; Atores ligados a três ou mais coautores
Instituições dos atores Local	Alcance nacional ou internacional da colaboração de pesquisa, considerando os locais das instituições	Instituições domésticas; Instituições no exterior
Instituições dos atores Tipo	Alcance institucional da colaboração em pesquisa considerando as missões e metas das instituições vinculadas	Instituições acadêmicas; Instituições extra-acadêmicas (setor público; setor privado; terceiro setor)
Número de autores Artigos	Ausência ou presença da colaboração dentro da rede em artigos	Artigos de autoria única; Artigos coescritos, por número de autores
Artigos Local da publicação	Alcance nacional e internacional da produção da rede	Número de artigos publicados no País; Número de artigos publicados no exterior
Localização das Publicações	Alcance geográfico da produção da rede, considerando a variedade de locais das publicações	Número de revistas nacionais em que os artigos foram publicados; Número de revistas estrangeiras em que os artigos foram publicados
Estilo de Liderança	Força do papel do líder dentro da rede, considerando a conectividade de rede	Liderança central hierárquica até Liderança descentralizada. Observação visual dos grafos, <i>continuum</i> entre a liderança hierárquica para a descentralizada
Intensidade de colaboração	Diversidade de relações estabelecidas dentro da rede	Grau médio dos vértices das redes

Fontes: Leite et al., 2014; Leite; Pinho, 2017.

O conjunto de marcadores/indicadores qualitativos para RNPE (Tabela 4) situa o processo de colaboração e interação na rede ou no grupo de pesquisa.

**Tabela 4.** Marcadores qualitativos para RNPE

Indicador	Descrição
Motivação	Temas; publicações; o prestígio da rede; afinidades pessoais e epistemológicas entre pesquisadores; participar de um grupo ou rede consolidada.
Interesse e concorrência	Temas; formação de pós-graduação; laboratórios; posição do líder e posições de outros membros em relação ao líder.
Comunicação	Fluida, permanente, constante; acesso ao conhecimento, acesso a metodologias; princípios éticos; informações sobre objetivos, resultados, dificuldades e restrições; críticas.
Coesão	Manutenção e balanceamento de rotina e divisão de trabalho; gestão de conflitos pessoais; clareza epistêmica; monitoramento de execução de rotina e tarefa.
Cooperação ou colaboração científica	Contínua, descontínua, pontual (um só projeto), orientada por afinidades pessoais, orientada pela complementaridade do conhecimento, projetos comuns com diversas entidades (firmas, universidades, fundações, ONG), cooperação bilateral ou multilateral, benefícios e fragilidades.
Interação	Trabalho em equipe: dentro do trabalho, em equipe, cada um faz sua parte; Interação horizontal: tópicos de pesquisa no mesmo ou em nível similar; acordos de mesmo nível; Interação vertical: pesquisa sequencial; temas entre alunos (aprendizes) e pesquisadores (especialistas); Troca: de idéias, tarefas, recursos; Discussão: trabalho individual (contas, cálculos, equações) trazido para a discussão coletiva - o que deve ser feito; interpretação dos achados; novas idéias; decisões sobre o que fazer com os resultados; decisões sobre auto-avaliação.
Incentivos	Estabelecimento de regras (e incentivos) e sua divulgação; distribuição transparente de recursos financeiros, organizacionais, temáticos, bibliográficos e físicos; coautorias.
Temas de pesquisa	Multi, trans, interdisciplinaridade; Diversificação de temas; dimensões nacionais e internacionais dos temas de pesquisa; impacto societal dos temas.
Tempo	Produção intragrupo; colaboração extragrupo; definição do período; gestão e execução; gerenciamento de tempo.
Políticas de coautoria	Organização e divisão de tarefas; decisão sobre tópicos de pesquisa a serem expostos; escrevendo responsabilidades; ordem de autoria; presença do aluno em artigos.
Divisão do trabalho em coautoria	Discussão; interpretação; escrita; redação; edição de cópia; revisão de textos; versão; comentários a serem observados.
Liderança e gestão do conhecimento	Visão integradora do conhecimento, gestão de resultados e resultados, rigor epistêmico e vigilância, divisão de tarefas, responsabilização, fomento da interação, colaboração e coesão de grupos de pesquisa e redes.

Fonte: Leite; Pinho, 2017.

Ainda que esta metodologia sequencial e a triangulação de indicadores/marcadores quantitativos e qualitativos, trabalhados em seu conjunto, sejam inovadores, a literatura reforça o mapeamento das redes

de pesquisa, as posições de coautoria nas redes, a intensidade e a qualidade das conexões (CROSS *et al.*, 2001; HEIMERIKS; HÖRLESBERGER; VAN DEN BESSELAAR, 2003; HOEKMAN; FRENKEN; TIJSSEN, 2010). A literatura também mostra que o processo da construção de conhecimento em rede envolve a comunicação, colaboração e competição (BORNMANN *et al.*, 2008; GARFIELD, 1972; GARFIELD; MALIN; SMALL, 1978; GROSSMAN, 2002; HEIMERIKS; HÖRLESBERGER; VAN DEN BESSELAAR, 2003; HOOD; WILSON, 2001; KATZ; MARTIN, 1997; LEYDESDORFF; PERSSON, 2010; LUO, 2007); além da motivação, coordenação e liderança (BAKKEN *et al.*, 2009; HAGEN *et al.*, 2011; JAYASINGAM; ANSARI; JANTAN, 2010; YUKL, 2008).

## 6. Considerações finais: *publish or perish* ou *networked & published*?

A avaliação da pesquisa focaliza, tradicionalmente, a quantificação dos seus produtos, sobretudo na contagem de artigos resultantes das investigações e publicados em revistas qualificadas. Nesta perspectiva, a avaliação pode estimular a concorrência individual e o isolamento dos pesquisadores. Incentivar o *publish or perish* e a quantificação crescente das medidas pode levar a comportamentos cínicos e perversos.

Como anteriormente defendido, no presente artigo, que o principal motor da pesquisa de qualidade é a colaboração, entende-se também que as políticas de CT&I, bem como sua implementação e consequente avaliação, deveriam estar alinhadas com vistas a incentivar a colaboração entre os pesquisadores, as instituições e os países. Assim, o aprimoramento dos instrumentos de medida pode incluir indicadores de processo, especificamente, os pertinentes à colaboração. A pesquisa é um trabalho de partilha de conhecimento, resultado das interações que estruturam redes. Estas, por sua vez, são entidades biológicas, ecossistemas com ciclos de vida renováveis que necessitam ser compreendidos e geridos, de modo a aproveitar as sinergias criadas que superam a soma das suas partes.

Desse modo, a avaliação, se pretende ir além de um mero exercício de contabilidade, deve incentivar, recompensar e reconhecer a colaboração. Um dos meios para aferir o grau de colaboração pode ser a análise das coautorias interdisciplinares, interinstitucionais e internacionais dos pesquisadores e dos grupos de pesquisa e redes formados. Na observação sobre como os pesquisadores publicam em coautoria e na análise do seu discurso sobre como ocorrem os processos de pesquisa em que colaboram, podem ser colhidas informações mais aprofundadas, que podem subsidiar a implementação de estratégias de gestão. Tais estratégias devem estar apoiadas por avaliação que incentive comportamentos de colaboração, de partilha de conhecimento e de continuidade de participação em redes de pesquisa. O ciclo de vida dessas

redes (nascimento, desenvolvimento, renovação ou morte) é também um fenômeno a ser avaliado, monitorado e gerido.

Neste texto, foi defendida a avaliação participativa das redes de pesquisa como uma ferramenta alternativa à mera quantificação de produtos publicados, ou seja, um instrumento útil para grupos de pesquisa, instituições e agências de fomento, cuja missão inclua o incremento e a valorização da produção e uso do conhecimento tácito e inovador, que contribua para a solução de problemas reais e a geração de produtos concretos. Trata-se de estimular um conhecimento novo, cujo processo de elaboração e construção interativa sirva também para a formação das novas gerações de pesquisadores, dentro dos princípios da ética e da valorização da ciência.

O artigo sugere um protocolo e indicadores RNPE quantitativos e qualitativos, além de uma metodologia como base de trabalho para avaliação e autoavaliação de microrredes de pesquisa e colaboração. Por que a denominação avaliação participativa para os RNPE? Porque esta implica em transparência na definição clara dos objetivos, na escolha dos indicadores e no processo de avaliação. Os potenciais avaliados, os pesquisadores, se previamente forem participantes ativos, serão atores informados que compreenderão as métricas e suas finalidades, sendo atores *networked & published*.

Por outro lado, o financiamento da produção de conhecimento pode ser dirigido aos profissionais que interagem em redes, constituindo um fator de estímulo ao desenvolvimento de equipes interdisciplinares, interinstitucionais e internacionais. Valorizar a interação e a colaboração em uma rede de pesquisa torna-se um propósito educacional-formativo para a fecundação da ciência. Os marcadores sugeridos são indicadores capazes de efetivar uma avaliação no âmago do processo da produção de conhecimento, o real espaço da formação das novas gerações de pesquisadores.

## Referências

ADAMS, J. Collaborations: The rise of research networks. **Nature**, v. 490, n. 7420, p. 335-336, 2012.

ADAMS, J. The fourth age of research. **Nature**, v. 497, n. 7451, p. 557-560, 2013.

BAKKEN, S.; LANTIGUA, R. A.; BUSACCA, L. V.; BIGGER, J. T. Barriers, enablers, and incentives for research participation: a report from the Ambulatory Care Research Network (ACRN). **Journal of the American Board of Family Medicine**, v. 22, n. 4, p. 436-445, 2009.

BALANCIERI, R.; BOVO, A. B.; KERN, V. M.; Pacheco, R. C. d. S.; BARCIA, R. M. A análise de redes de colaboração científica sob as novas tecnologias de informação e comunicação: um estudo na Plataforma Lattes. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 1, p. 64-77, 2005.

BELLONI, I.; MAGALHÃES, H. d.; SOUSA, L. C. d. **Metodologia de avaliação em políticas públicas: uma experiência em educação profissional**. São Paulo: Cortez, 2001.

BORGATTI, S. P. Identifying sets of key players in a social network. **Computational & Mathematical Organization Theory**, v. 12, n. 1, p. 21-34, 2006.

BORNMANN, L.; MUTZ, R.; NEUHAUS, C.; DANIEL, H. D. Citation counts for research evaluation: standards of good practice for analyzing bibliometric data and presenting and interpreting results. **Ethics in Science and Environmental Politics (ESEP)**, v. 8, n. 1, p. 93-102, 2008.

BRANNBACK, M. R&D collaboration: role of BA in knowledge-creating networks. **Knowledge Management Research & Practice**, v. 1, n. 1, p. 28-38, 2003.

CAROLAN, B. V. **Social Network Analysis and Education: theory, methods & applications**. California: Sage Publications, 2014.

CARTA RÉGIA de 15 de março de 1521. Título LXVII, Do Juiz dos órfãos, e coufas que a feu Officio pertencem. In: Fundação Calouste Gulbenkian (Ed.). **Ordenações Manuelinas**. Livro I. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984. Edição fac-símile de obra original da Real Imprensa da Universidade de Coimbra, de 1797.

CROSS, R.; PARKER, A.; PRUSAK, L.; BORGATTI, S. Knowing what we know: supporting knowledge creation and sharing in social networks. **Organizational Dynamics**, v. 30, n. 2, p. 100-120, 2001.

DE NOOY, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. **Exploratory network analysis with Pajek**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

FIGARI, G.; ARDOINO, J.; FERREIRA, J.; CLÁUDIO, J. **Avaliar: que referencial?** Porto: Porto Editora, 1996.

FREEMAN, L. C. Some antecedents of social network analysis. **Connections**, v. 19, n. 1, p. 39-42, 1996.

GARFIELD, E. Citation analysis as a tool in journal evaluation. **Science**, v. 178, p. 471-479, 1972.

GARFIELD, E.; MALIN, M. V.; SMALL, H. Citation data as science indicators. In: ELKANA, Y. (Ed.). **Toward a metric of science: the advent of science indicators**. New York: Wiley, 1978. p. 179-207.

GROSSMAN, J. W. The evolution of the mathematical research collaboration graph. **Congressus Numerantium**, v. 158, p. 201-212, 2002.

HAGEN, N. A.; STILES, C. R.; BIONDO, P. D. CUMMINGS, G. G.; FAINSINGER, R. L.; MOULIN, D. E.; PEREIRA, J. L.; SPICE, R. Establishing a multicentre clinical research network: lessons learned. **Current Oncology**, v. 18, n. 5, p. 243-249, 2011.

HANNEMAN, R. A.; RIDDLE, M. **Introduction to social network methods**. Riverside: University of California Riverside, 2005.

HEIMERIKS, G.; HÖRLESBERGER, M.; VAN DEN BESSELAAR, P. Mapping communication and collaboration in heterogeneous research networks. **Scientometrics**, v. 58, n. 2, p. 391-413, 2003.

HICKS, D.; WOUTERS, P.; WALTMAN, L.; DE RIJCKE, S.; RAFOLS, I. The Leiden Manifesto for research metrics. **Nature**, v. 520, n. 7548, p. 429-431, 2015.

HOEKMAN, J.; FRENKEN, K.; TIJSEN, R. J. Research collaboration at a distance: changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. **Research Policy**, v. 39, n. 5, p. 662-673, 2010.

HOOD, W. W.; WILSON, C. S. The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. **Scientometrics**, v. 52, n. 2, p. 291-314, 2001.

JAYASINGAM, S.; ANSARI, M. A.; JANTAN, M. Influencing knowledge workers: the power of top management. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n. 1, p. 134-151, 2010.

KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, v. 26, n. 1, p. 1-18, 1997.

LANE, J. Let's make science metrics more scientific. **Nature**, v. 464, n. 7288, p. 488-489, 2010.

LEITE, D. (2006). Avaliação da educação superior. In: MOROSINI, M. C. (Ed.). **Enciclopédia de pedagogia universitária: glossário**. v. 2. Brasília: INEP / RIES, 2006.

LEITE, D. Avaliação da educação superior: glossário. In: LEITE, D.; BRAGA, A. M. e S. (Orgs.). **Inovação e avaliação na universidade**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011. p. 271-301.

LEITE, D.; SFREDO MIORANDO, B.; PINHO, I.; CAREGNATO, C. E.; LIMA, E. G. d. S. Research networks evaluation: indicators of interactive and formative dynamics. **Comunicação & Informação**, v. 17, n. 2, p. 23-37, 2014.

LEITE, D.; PINHO, I. **Evaluating collaboration networks in higher education research: drivers of excellence**. Cham: Palgrave Macmillan, 2017.

LEITE, D.; PINHO, I.; CAREGNATO, C. E.; SFREDO MIORANDO, B. Methodological Tracks to Study Collaboration Research Networks (RN) in Higher Education. In: HUISMAN, J.; TIGHT, M. **Theory and Method in Higher Education Research**, v. 4. Emerald, 2018. p. 125-143.

LEITE, D.; CAREGNATO, C. E.; SFREDO MIORANDO, B. Redes de colaboração: um mundo de interconexões e conhecimentos. In: LEITE, D.; CAREGNATO, C. E. (Orgs.). **Redes de pesquisa e colaboração: conhecimento, avaliação e o controle internacional da ciência**. Porto Alegre: Sulina, 2018. p. 151-182.

LEYDESDORFF, L.; PERSSON, O. Mapping the geography of science: distribution patterns and networks of relations among cities and institutes. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 61, n. 8, p. 1622-1634, 2010.

LUO, Y. A coopetition perspective of global competition. **Journal of World Business**, v. 42, n. 2, p. 129-144, 2007.

MENA-CHALCO, J. P.; CESAR JUNIOR, R. M. ScriptLattes: an open-source knowledge extraction system from the Lattes platform. **Journal of the Brazilian Computer Society**, v. 15, n. 4, p. 31-39, 2009.

MILGRAM, S. The small world problem. **Psychology Today**, v. 1, p. 61-67, 1967.

NEWMAN, M. E. J. The structure of scientific collaboration networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 98, n. 2, p. 404-409, 2001.

ORCID. Connecting Research and Researchers. **Site**. Disponível em: <http://www.orcid.org>.

SILVA, A. B. d. O.; MATHEUS, R. F.; PARREIRAS, F. S.; PARREIRAS, T. A. S. Análise de redes sociais como metodologia de apoio para a discussão da interdisciplinaridade na ciência da informação. **Ciência da Informação**, v. 35, n. 1, p. 72-93, 2006.

VAN RAAN, A. Scaling rules in the science system: Influence of field-specific citation characteristics on the impact of research groups. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 59, n. 4, p. 565-576, 2008.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social network analysis: methods and applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

YUKL, G. How leaders influence organizational effectiveness. **The Leadership Quarterly**, v. 19, n. 6, p. 708-722, 2008.

# Proposta de indicadores sistêmicos de inovação para avaliação do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento regulado pela Aneel

Antônio Pedro Lima<sup>1</sup>, Renata Lèbre La Rovere<sup>2</sup> e Guilherme Santos<sup>3</sup>

## Resumo

O setor elétrico tem uma importante política pública de indução de inovação por meio do fomento à pesquisa e desenvolvimento. Trata-se do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), que obriga as empresas a investirem em projetos de P&D. No entanto, adotou-se, em parte, uma visão linear, que limita os resultados obtidos. Este artigo aponta a importância da abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação para o programa de P&D da Aneel e a relevância de se definir um conjunto de indicadores, a fim de analisar o processo de desenvolvimento tecnológico das empresas de maneira sistêmica.

## 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.*

- 1 Mestre no Programa de Pós Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED) do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ) e pesquisador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) do IE/UFRJ.
- 2 Doutora pela Université Paris 7. Professora do Instituto de Economia da UFRJ.
- 3 Doutorando no PPED do IE/UFRJ, bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pesquisador do Grupo Economia de Inovação do IE/UFRJ.

**Palavras-chave:** Indicadores sistêmicos. P&D. Setor elétrico. Inovação.

**Keywords:** R&D. Electrical sector. Innovation. Innovation indicators.

## 1. Introdução

Estudos recentes (EDLER E FAGERBERG, 2017; CGEE, 2016) demonstram que as atuais políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) deveriam ter tanto a capacidade de coordenar diferentes atores públicos e privados quanto oferecer um direcionamento para setores específicos e demandas amplamente conhecidas, com significativa capacidade de fomento. 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 é essencial para alavancar, por meio de ações relacionadas ao fomento da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), novas tecnologias consideradas fundamentais em um setor como o elétrico, a fim de induzir eficiência energética e aprimorar os serviços (CGEE, 2017). Ademais, há uma crescente preocupação da população com a sustentabilidade nos sistemas energéticos, o que demandará soluções para este processo de transição tecnológica (RAVEN *et al.*, 2009).

Na década de 1990, na esteira do processo de abertura e 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 estaduais, como a Companhia Paranaense de Energia (Copel). Ademais, a P&D do setor era basicamente realizada em grandes institutos de pesquisas dessas companhias, como o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) e as áreas de Pesquisa e Desenvolvimento da Eletrobrás e da Copel. As privatizações e a entrada de novos atores, isto é, instituições de capital nacional e internacional, provocaram uma desverticalização do setor. Houve uma redução dos investimentos públicos e privados em P&D (WILLIAMS, 2001). Além disso, a liberalização transformou a eletricidade, que deixou de ser um serviço público e tornou-se uma *commodity* tecnicamente homogênea (JAMASB; 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 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000). O texto obrigava as concessionárias a investir e aplicar recursos em projetos com finalidade de criar novos equipamentos, estimular a prestação de serviços para a segurança do fornecimento de energia, diminuir o impacto ambiental do setor e a dependência tecnológica do País (ANEEL, 2017).

É preciso refletir, no entanto, em que medida os atuais indicadores de avaliação utilizados no âmbito desse programa são adequados. A primazia de projetos de inovação de cunho incremental reforça essa necessidade. Um estudo do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) observa que essas iniciativas não têm impactos expressivos na eficiência global do sistema e no atendimento às metas estabelecidas pelos planos de energia (CGEE, 2017).

Os objetivos deste artigo são expor uma breve crítica à abordagem linear de inovação e propor indicadores com base em uma abordagem alternativa, utilizando o conceito de Sistemas de Inovação (SI). Além disso, o texto procura sinalizar a importância de se definir um conjunto de indicadores - relacionados à inovação, aprendizagem, cooperação e desempenho tecnológico no SEB - que permitam analisar o desempenho inovativo da empresa de forma mais abrangente. A incorporação de novos elementos na análise permite compreender em que medida o Programa de P&D da Aneel está colaborando para o desenvolvimento de inovações tecnológicas no sistema.

O artigo está dividido em quatro seções, além desta introdução. A seção 2 discute a visão linear e apresenta os principais conceitos da abordagem sistêmica de inovação. Na seção 3, são examinadas as principais características do Programa de P&D da Aneel e a visão da agência sobre inovação. Na seção 4, são apresentados os principais indicadores tradicionais e discutidos possíveis indicadores baseados na abordagem sistêmica para o SEB. A seção 5 traz 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 ciência e tecnologia quanto suas relações ocorrem como atividades institucionalizadas, isto é, em sistemas duradouros de regras e convenções sociais. A separação entre as duas é consequência de um processo histórico derivado da divisão do trabalho e envolve arranjos institucionais específicos (THIELMANN; LA ROVERE, 2016). Enquanto universidades e centros de pesquisa desenvolvem o conhecimento básico, empresas industriais, que têm atividades de P&D, adquirem capacidades para a absorção desse conhecimento (CORIAT; WEINSTEIN, 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 catalisadora 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 induzidas pela produção (THIELMANN; 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 a 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, como fruto de uma seqüência 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, seria necessária apenas a resolução de falhas de mercados para que o fluxo contínuo desde a produção científica até a conversão em tecnologias se concretizasse.

## 2.2. Indicadores tradicionais de inovação

Indicadores são necessários para aferir se uma política pública está atingindo seus objetivos. São fundamentos que permitem elaborar e avaliar programas e projetos, além de acompanhar seu desempenho, seus resultados, efeitos e impactos (LINS, 2003). Durante décadas, indicadores tradicionais de inovação 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 no sentido de estender a série de dados para, além de atividades de P&D, 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.

Os indicadores tradicionais são basicamente de *input*, de *output* ou de impacto. Nas análises tradicionais sobre processos de inovação, geralmente há pelo menos um desses. Primeiro, uma mensuração de *input* mede gastos com P&D. Uma outra, de produção intermediária, verifica o número de invenções patenteadas, por exemplo. Finalmente, uma mensuração direta de produção avalia o impacto de determinado 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 se devem ao fato de que dados de despesas 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 sobre o desempenho da empresa, pois esforços de inovação de produtos e de outros processos são cruciais para o crescimento do empreendimento e para a 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 e, além disso, é apenas um entre vários. Outros incluem: *design* de produto, produção experimental, análise de mercado, treinamentos de funcionários e 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 Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) está mais viesada para capturar inovação em indústrias manufaturadas. 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 em empresas pequenas (KELINKNECHT, 2000).

O segundo indicador apresentado por Kelinknecht (2000) diz respeito às patentes, utilizadas como *output* para mensurar inovação. Os pontos positivos referem-se às bases de dados de registros: diversas séries históricas e consolidadas são disponibilizadas. Contudo, esses indicadores não captam diversas invenções não patenteáveis. Além disso, uma patente pode servir para refletir pequenas melhorias de baixo valor agregado, enquanto outras são muito valiosas. Ou seja, comparar patentes é uma tarefa complexa, pois são muito diferentes entre si e seus valores econômicos são, portanto, altamente heterogêneos.

O terceiro indicador tradicional de inovação é o de vendas de produtos inovativos, que se baseia na avaliação de uma empresa em pesquisas do tipo *survey* sobre introdução de novos produtos. O ponto positivo é que esse indicador mede inovações introduzidas no mercado e que resultaram em fluxo de

caixa positivo. As fraquezas estão ligadas 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 P&D, patentes e quantidade de inovações comercializadas. A visão sistêmica, tratada a seguir, valoriza aspectos para além de *input* e *output* da empresa, como fatores organizacionais, institucionais e econômicos, não contemplados nas métricas tradicionais. A análise de um setor e das empresas do SEB, a partir de indicadores mais sofisticados, permite avaliar, de forma mais acurada, a caracterização do processo de inovação, em um cenário no qual há cada vez mais empresas de serviços intensivos em conhecimento e tecnologia.

### 2.3. A visão sistêmica de inovação

A visão linear de inovação tem uma série de falhas. Para Metcalfe (2003), a primeira decorre do fato de que essa visão cobre apenas uma parte das atividades envolvidas no processo de inovação. A criação de conhecimento e riqueza depende de instituições não necessariamente científicas que não desenvolvem atividades de produção de pesquisa básica. A segunda falha é que há distinção entre os atributos de ciência e tecnologia. O modelo linear considera que avanços científicos determinam integralmente o desenvolvimento tecnológico, mas, na prática, observa-se que ciência e tecnologia podem ter propósitos diferentes, conforme exposto por Stokes (2005).

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

Ainda pela abordagem sistêmica, o processo de inovação se caracteriza pela constante interação entre usuários e produtores, cuja relação deve estar pautada em aspectos de confiança mútua e na inserção de códigos de comportamentos, situação na qual os atores envolvidos se beneficiam. As interações, além da existência de qualificações no entorno, são elementos essenciais no desenvolvimento de uma nova tecnologia (CASSIOLATO; PODCAMENI, 2016). O processo inovativo é, portanto, resultado de aprendizagem coletiva a partir de vínculos da empresa, tanto internos quanto externos, isto é, com outras organizações (LUNDVALL, 1985). Portanto, o aprendizado tem importância tanto dentro do

empreendimento – relacionado às principais funções, como P&D – quanto fora – fruto da interação e cooperação com outros agentes (LUNDVALL, 1992).

A abordagem de Sistemas de Inovação (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993) incorpora o conjunto de instituições que tanto contribuem quanto afetam o desenvolvimento da capacidade de aprendizado, uso e criação de competências (FREEMAN, 1987). Esta abordagem, portanto, enfatiza a interação entre instituições e os processos para criar, compartilhar, difundir, acumular e aplicar conhecimento, a fim de promover competitividade por meio de mudanças tecnológicas e inovações (LUNDVALL; JOHNSON, 1994). Além disso, Von Hippel e Tyre (1995) reforçaram a importância de mecanismos de aprendizagem como *learning by doing* para o acúmulo de conhecimento e para auxiliar na resolução de problemas. Devido a sua crescente sofisticação e complexidade, inovações são, cada vez mais, resultado de colaboração e produção por meio 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 CT&I precisam incluir, além dos esforços tradicionais de fomento à pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, o apoio a habilidades gerenciais e à geração de conhecimento organizacional, econômico e administrativo (THIELMANN; LA ROVERE, 2016).

A agenda de políticas sistêmicas de fomento 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, que englobe as dimensões de aprendizado e construção de capacidades inovadoras.

A perspectiva trazida pela abordagem 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 como o da Aneel.

### 3. O Programa de P&D 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 agência é o ator central do programa, responsável por analisar os relatórios 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 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 sofreram variação 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 documento regulamenta os principais aspectos dos projetos, como procedimentos para confecção; forma de submissão junto à agência e aprovação; contabilização de gastos; acompanhamento da execução e fiscalização; e áreas autorizadas para investimentos.

O Manual de P&D estipula que as empresas dos segmentos de geração e de transmissão devem investir 1% da Receita Operacional Líquida (ROL) no programa de P&D, e as do segmento de distribuição, 0,75% da ROL. Os recursos das empresas de transmissão e geração são administrados pelos seguintes órgãos: Aneel (40%), Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (40%) e Ministério de Minas e Energia (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% (ANEEL, 2012).

O programa também obriga as empresas a executar projetos de P&D em parceria com as universidades. A Aneel seleciona previamente iniciativas apoiadas com base em quatro indicadores: originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade de custos (ANEEL, 2012).

O Programa de P&D da Aneel constitui a maior iniciativa de fomento à inovação no setor elétrico - mobilizou R\$ 8 bilhões em 4,4 mil projetos desde a implementação (ANEEL, 2017) - e já foi objeto de análise de estudos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (2011) e do CGEE (2015). Algumas propostas de aprimoramento dessas análises foram levadas em consideração, mas a agência ainda mantém uma visão linear sobre o processo de inovação.

### 3.2. A visão de inovação da Aneel e os indicadores utilizados

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. 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).

Neste sentido, apesar do programa de P&D da Aneel considerar elementos sistêmicos na sua formulação, como a interação universidade-empresa, prevalece uma visão linear que afeta a avaliação dos projetos. A iniciativa tem gerado majoritariamente inovações de baixa intensidade tecnológica, com perfil incremental e de pouco impacto para o setor, empresas e consumidor final (IPEA, 2011; CGEE, 2015). É possível afirmar que os critérios de avaliação utilizados são muito limitados para analisar o processo inovativo das empresas e direcionar estratégias de inovação no SEB, pois não levam em consideração diversos elementos, como acumulação de conhecimento e interações entre atores, valorizados pela abordagem sistêmica.

## 4. Proposta de indicadores sistêmicos de inovação para o setor elétrico

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 - mas que permitem sua avaliação - e valorize 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 que podem ser usados para mapear o processo de inovação no SEB e o cumprimento dos objetivos do programa de P&D da Aneel. A avaliação considera cinco categorias, construídas com base na Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE). São elas: esforço inovador, aprendizado, cooperação, desempenho tecnológico e impacto sobre competência.

A Pintec segue a metodologia do Manual de Oslo da OCDE (2006) e é estruturada a partir de dados coletados das próprias empresas, por meio de entrevista pautada por um questionário. A criação dos indicadores sistêmicos de inovação busca compreender questões específicas das empresas do setor

elétrico, tais como: caracterização; dinâmica econômica; aprendizado, cooperação, inovação e redes de subcontratação; articulações com o território; e as políticas dessas empresas (MATOS; STALLIVIERI, 2016).

Indicadores de inovação específicos aos esforços dos atores do SEB 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: esforço inovador, aprendizado, cooperação, desempenho tecnológico, impacto direto em competências e 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 internamente quanto em parcerias com universidades, empresas ou outras instituições. Além disso, 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 desse fator decorrentes do processo de inovação. O aprendizado pode ocorrer dentro do departamento de P&D ou derivar de outras fontes internas, mas também pode ser relacionado a agentes produtivos ou de ciência e tecnologia.

Os indicadores de cooperação, por sua vez, permitem analisar a estrutura e 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.

Os indicadores de desempenho tecnológico procuram contemplar dimensões relacionadas tanto a melhorias em produtos e processos quanto nas capacidades administrativas e metodológicas. Também procuram medir a introdução de novos produtos para o mercado internacional ou novos processos para o setor de atuação; de produtos e processos para a empresa; e 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, tecnológicas, organizacionais e nas esferas de comercialização e *marketing*. Além disso, medem o 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 esse tipo de empresa, o número de *startups* criadas, o número de funcionários 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

Indicadores	Proxies	Objetivos
Indicadores de Esforço Inovador	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.	<p>Mapear treinamentos e programas de capacitação de recursos humanos, tanto desenvolvidos internamente quanto em parcerias com universidades, empresas ou outras instituições.</p> <p>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.</p>
Indicadores de aprendizado	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.	Abarcar diversas dimensões de aprendizagem decorrentes do processo de inovação: interno à empresa, dentro do departamento de P&D, derivado de outras fontes internas; relacionado a outros agentes, tais como agentes produtivos ou de Ciência e Tecnologia.
Indicadores de cooperação	Cooperação com agentes produtivos; cooperação com agentes de C&T; cooperação com sindicatos, órgãos de apoio, agentes financeiros e representações.	<p>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.</p> <p>Analisar também a estrutura dessas cooperações.</p>
Indicadores de desempenho tecnológico	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.	<p>Captar as melhorias em produtos e processos e nas capacidades administrativas e metodológicas.</p> <p>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.</p>
Indicadores de impacto direto em competências	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.	<p>Mensurar os avanços em competências produtivas e tecnológicas, competências organizacionais e competências nas esferas de comercialização e <i>marketing</i>.</p> <p>Medir o impacto sobre custos produtivos, operacionais, de energia e de fatores.</p>
Indicadores de fomento a <i>startups</i>	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.	Mensurar o engajamento e a influência que as empresas possuem na criação e desenvolvimento de <i>startups</i> .

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

## 5. Considerações finais

Vimos neste artigo que o programa de P&D da Aneel, apesar de levar em consideração a interação universidade-empresa, não adota uma visão sistêmica de inovação. Ao contrário, a abordagem parece ser linear, ao enfatizar os investimentos em infraestrutura e ao adotar critérios de avaliação do tipo *input-output*.

A visão linear aporta uma série de limitações. Este estudo propõe, por meio de uma abordagem sistêmica, a incorporação de uma perspectiva mais abrangente das etapas e dos agentes envolvidos para a avaliação do programa de P&D da Aneel e do processo de inovação no setor elétrico. Os indicadores apresentados podem servir de apoio para uma proposta de aprimoramento. Para essa visão mais abrangente, torna-se necessário considerar outros indicadores sistêmicos, para além dos tradicionais *output*, *input* e impacto, usados pela Aneel na avaliação dos projetos de P&D.

Assim, este artigo apresentou seis categorias de indicadores sistêmicos, que permitem um mapeamento de todo o processo de inovação: esforço inovador, aprendizado, cooperação, desempenho tecnológico, impacto direto em competências e 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 do Sistema Elétrico Brasileiro.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - 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 ago. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília (DF): 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, permissionárias 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, N. de; DANTAS, G. **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. GESEL-UFRJ. **Texto de Discussão do Setor Elétrico - TDSE**, n. 80, jan. 2018. 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.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Prospecção tecnológica no setor de energia elétrica: agenda estratégica de CT&I no setor elétrico brasileiro**. Brasília, DF: v. 8, 2017. 622 p. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/aneel\\_2017\\_8-8.pdf/ce6a0ec6-bcd8-4392-9875-435dabaf3566?version=1.2](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/aneel_2017_8-8.pdf/ce6a0ec6-bcd8-4392-9875-435dabaf3566?version=1.2).

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Sugestões de aprimoramento ao modelo de fomento à PD&I do Setor Elétrico Brasileiro: programa de P&D regulado pela Aneel**. Brasília, DF, 2015. 320 p. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Livro\\_Setor\\_elet\\_brasileiro\\_06082015\\_10217.pdf/coc26725-2fe2-46e7-8c22-1365c9196a1c?version=1.1](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Livro_Setor_elet_brasileiro_06082015_10217.pdf/coc26725-2fe2-46e7-8c22-1365c9196a1c?version=1.1).

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **The Brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal**. Avaliação de Programas em CT&I. Apoio ao Programa Nacional de Ciência (Plataformas de conhecimento). Brasília, DF: 2016. 119 p. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/1774546/The\\_Brazilian\\_Innovation\\_System-CGEE-MazzucatoandPenna-FullReport.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10195/1774546/The_Brazilian_Innovation_System-CGEE-MazzucatoandPenna-FullReport.pdf).

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?** Paper to be presented at the DRUID Summer Conference on “Industrial Dynamics of the New and Old Economy - who is embracing whom?”. Copenhagen/Elsinore, jun., 2002. Disponível em: [http://www.academia.edu/5849611/SCIENCE-BASED\\_INNOVATION\\_REGIMES\\_AND\\_INSTITUTIONAL\\_ARRANGEMENTS\\_FROM\\_SCIENCE\\_BASED\\_1\\_TO\\_SCIENCE\\_BASED\\_2\\_REGIMES\\_TOWARDS\\_A\\_NEW\\_SCIENCE-BASED\\_REGIME\\_Draft.\\_Comments\\_Welcome](http://www.academia.edu/5849611/SCIENCE-BASED_INNOVATION_REGIMES_AND_INSTITUTIONAL_ARRANGEMENTS_FROM_SCIENCE_BASED_1_TO_SCIENCE_BASED_2_REGIMES_TOWARDS_A_NEW_SCIENCE-BASED_REGIME_Draft._Comments_Welcome).

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.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Inovação tecnológica no SEB: uma Avaliação do Programa P&D Regulado pela ANEEL**. Brasília: 2011.

JAMASB, T.; POLLITT, M. Liberalization 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**, v. 18. Spring, Boston, MA, 2000.

LINS, F.E. **Mensurando a inovação tecnológica: indicadores e determinantes**. 2003. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5781/1/arquivo7352\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5781/1/arquivo7352_1.pdf).

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.- Å.; JOHNSON, B. The learning economy. **Journal of Industry Studies**, v. 1, n. 2, p. 23-42, 1994. <https://doi.org/10.1080/13662719400000002>

MATOS, M. P.; STALLIVIERI, F. **A metodologia e pesquisa implementada pela RedeSist**. 36p. 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. Acesso em: 11 ago. 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).

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.

NELSON, R (ed.). **National Systems of Innovation: A comparative study**. Oxford, Oxford University Press, 1993.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO – OECD. **Manual de Oslo**: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, 2006. Disponível em: [http://download.finep.gov.br/imprensa/manual\\_de\\_oslo.pdf](http://download.finep.gov.br/imprensa/manual_de_oslo.pdf).

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, jan.-mar. 2009.

STOKES, D. **O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica**. Trad. 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: Publit Soluções Editoriais, 2016. p. 15-48.

VON HIPPEL, E.; TYRE, M.J. How learning by doing is done: problem identification in novel process equipment, **Research Policy**, v. 24, n. 1, p. 1-12, 1995.

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.



# Caracterização da multidisciplinaridade das áreas de avaliação da Capes por meio de análise temática

Talita Moreira de Oliveira<sup>1</sup> e Livio Amaral<sup>2</sup>

## Resumo

Este trabalho foi motivado pelo considerável aumento de características multidisciplinares nos programas de pós-graduação (PPG) e pela necessidade prevista no Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) de induzir e adequar parâmetros de avaliação e de fomento. Essa necessidade, frente à especificidade dessa forma de integração no ensino e na pesquisa, leva à discussão sobre como processos de avaliação podem acompanhar a tendência da evolução da natureza do conhecimento. Utilizou-se como forma de representação da multidisciplinaridade a análise textual dos trabalhos de conclusão associados aos PPG. Empregou-se técnica de coocorrência de palavras para mapear os temas desenvolvidos pelos

## Abstract

*This work was motivated by the increasing multidisciplinary characteristics in the postgraduate programs (PPG) and by the need for the National Postgraduate Plan (PNPG) to induce and adapt evaluation and development parameters, given the specificity of this form of knowledge integration in teaching and research, which leads to the discussion of how evaluation processes can follow the trend of knowledge evolution. Textual analysis of thesis and dissertations was used as a form of multidisciplinary representation. Word cooccurrence was used to map the themes developed by the programs and the relationships between the evaluation areas. As a result, it was possible to identify the state of the*

1 Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Analista em Ciência e Tecnologia da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

2 Doutor em Física pela UFRGS. Professor titular da mesma universidade.

programas e os relacionamentos entre as áreas de avaliação. Como resultado, foi possível identificar o estado da arte relativo à temática desenvolvida pelas áreas de avaliação e os seus inter-relacionamentos.

*art related to themes developed by the evaluation areas and their interrelationships.*

**Palavras-chave:** Multidisciplinaridade. Análise textual. Pós-graduação.

**Keywords:** *Multidisciplinarity. Textual analysis. Postgraduate.*

## 1. Introdução

O incentivo à criação de cursos inovadores, dedicados ao estudo de fenômenos ou temas complexos que demandam a integração de várias áreas do conhecimento, resultou em um crescimento dos programas de pós-graduação (PPG) em áreas multidisciplinares. A importância da multi/interdisciplinaridade teve destaque e um capítulo próprio no Plano Nacional de Pós-Graduação 2011-2020 (BRASIL, 2010). O texto trata da relevância do estímulo a um ambiente acadêmico diversificado, que acompanhe e se coadune com a realidade do mundo, onde ocorrem cada vez mais interfaces e sobreposições dos saberes, processos e procedimentos característicos de cada área do conhecimento, agregando, assim, novas experiências enriquecedoras de aprendizado. Porém, promover adequação a essa nova realidade e realizar a conformação da infraestrutura institucional são desafios postos para os próximos anos, tendo em vista a necessidade de se aprimorar o conjunto das atuais diretrizes, tanto para o fomento quanto para a avaliação.

O surgimento gradativo de novas propostas de cursos de pós-graduação com características multidisciplinares demandou novas formatações, enquadramento e caracterização diferenciados dos vários atores e das respectivas estruturas funcionais. A área Interdisciplinar já se configura como uma das maiores, entre as 49 áreas de avaliação, em termos do número de programas.

No atual momento, o enquadramento dos PPG tem a seguinte estrutura hierárquica e denominativa:

Colégios (3), grandes áreas (9) e áreas (49). Cada área de avaliação possui um coordenador, um coordenador-adjunto de programas acadêmicos e um coordenador-adjunto de programas profissionais, responsáveis por promover a interlocução com a comunidade acadêmica, contribuir e participar na discussão das políticas públicas e diretrizes para o processo de avaliação conduzido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

O *Colégio de Ciências da Vida* engloba as seguintes grandes áreas que, por sua vez, abrangem as respectivas áreas:

- Ciências Agrárias – Ciência de Alimentos (CALIM), Ciências Agrárias I (CAGR), Medicina Veterinária (MVET), Zootecnia/ Recursos Pesqueiros (ZOOT);
- Ciências Biológicas – Biodiversidade (BIOD), Ciências Biológicas I (CBI), Ciências Biológicas II (CBII), Ciências Biológicas III (CBIII);
- Ciências da Saúde – Educação Física (EFIS), Enfermagem (ENFE), Farmácia (FARM), Medicina I (MEDI), Medicina II (MEDII), Medicina III (MEDIII), Nutrição (NUTR), Odontologia (ODON), Saúde Coletiva (SCOL).

Por sua vez, o *Colégio de Humanidades* é composto por:

- Ciências Humanas – Antropologia/Arqueologia (ANTR), Ciência Política e Relações Internacionais (CPOL), Educação (EDUC), Filosofia (FILO), Geografia (GEOG), História (HIST), Psicologia (PSIC), Sociologia (SOCI), Teologia (TEOL);
- Ciências Sociais Aplicadas – Administração, Ciências Contábeis e Turismo (ADM), Arquitetura, Urbanismo e Design (ARQU), Comunicação e Informação (CSA), Direito (DIRE), Economia (ECON), Planejamento Urbano e Regional/Demografia (PLUR), Serviço Social (SSOC);
- Linguística, Letras e Artes – Artes (ARTE), Linguística/Literatura (LETR).

O *Colégio de Ciências Exatas, Tecnológicas e Multidisciplinar* compreende:

- Ciências Exatas e da Terra – Astronomia/Física (AFIS), Ciência da Computação (CCOMP), Geociências (GEOC), Matemática/Probabilidade e Estatística (MAPE), Química (QUIM);
- Engenharias – Engenharias I (ENGI), Engenharias II (ENGI), Engenharias III (ENGI), Engenharias IV (ENGIV);
- Multidisciplinar – Biotecnologia (BIOT), Ciências Ambientais (CAMB), Ensino (ENSI), Interdisciplinar (INTE), Materiais (MATE).

Para melhor organização e consolidação da área Interdisciplinar frente a esse rápido crescimento, várias ações estão sendo tomadas, tanto no sentido conceitual e estrutural quanto nos procedimentos técnicos e operativos de avaliação. Estabeleceu-se o entendimento de que não apenas as áreas que compõe a grande área Multidisciplinar deveriam se posicionar sobre o tema. Os coordenadores de área foram incentivados a refletir e discutir com seus pares a respeito de como cada área entende e pratica a multi/interdisciplinaridade ou, se não exercita atualmente, de que forma poderia contribuir na discussão e nos ajustes dos critérios de avaliação adotados pela Capes. Um detalhado estudo destas discussões encontra-se no trabalho de Oliveira e Amaral (2016).

Como resultado, todas as áreas reconheceram que possuem, de alguma forma e em maior ou menor grau, características multidisciplinares que se propagam nas atividades dos PPG, nas linhas de pesquisa, no trabalho intelectual - expresso tanto na forma de artigos em periódicos quanto em livros - e na formação do corpo docente. Reconheceram, também, que há boa interação com pelo menos uma outra área similar que agrega necessários conhecimentos, métodos e técnicas para os respectivos objetos de estudo e de pesquisas.

Esta realidade suscita a discussão sobre como os processos de avaliação necessitam incorporar competências, conhecimentos e processos das diversas áreas e, dessa forma, acompanhar a tendência de evolução da natureza do conhecimento, que passa a ter, cada vez mais, interfaces e sobreposições.

A descoberta de padrões de relacionamentos entre temas desenvolvidos por uma área permite estudar a estrutura conceitual e a dinâmica da pesquisa, a partir da criação de mapas da ciência. A similaridade entre áreas pode ser medida pela proximidade de termos ou temas utilizados entre elas. A análise textual considera coocorrências de palavras em segmentos de texto (NASCIMENTO; MENANDRO, 2006) e toma como fundamento o fato de que quanto mais frequente a ocorrência de um par de palavras em textos, mais semelhantes são os seus temas (HONG *et al.*, 2016). Karlovčec e Mladeníć (2015) mediram interdisciplinaridade de áreas científicas com base em colaborações em projetos de pesquisa e coautorias. Os autores utilizaram técnicas de similaridade textual, a partir de palavras-chave que descrevem a atuação dos pesquisadores, para construir uma matriz de áreas e calcular a similaridade entre elas.

O objetivo, neste trabalho, é caracterizar as áreas de avaliação e, especialmente, a grande área Multidisciplinar, tendo como fundamento uma análise temática da pesquisa que é desenvolvida pelos programas de pós-graduação. Por meio do uso de técnicas de análise textuais, espera-se identificar o conhecimento mais representativo das áreas e suas inter-relações. Com isso, pretende-se:

- i) mapear a realidade atual dos programas de pós-graduação quanto aos temas de pesquisa;
- ii) visualizar relacionamentos de temas entre áreas e o posicionamento destes, como forma de identificar multidisciplinaridade;
- iii) elaborar e discutir um conjunto de resultados que possa, eventualmente e no futuro, ser uma referência para gestores e avaliadores na formulação de políticas e estruturação curricular das áreas.

## 2. Metodologia

### 2.1. Análise textual de coocorrências

A técnica empregada neste estudo foi a análise textual de coocorrências de palavras. Foram utilizados textos referentes aos títulos de trabalhos de conclusão declarados por todos os programas de pós-graduação, na Plataforma Sucupira, relativos ao ano de 2014.

Como ferramenta para esta análise, foi adotado o *software* Iramuteq (IRAMUTEQ), que define, quando de uma análise, a necessidade de preparação do *corpus* textual, isto é, todo o conjunto de unidades de análise. As unidades ou *corpus* de análise foram representadas pelo agrupamento dos títulos dos trabalhos de conclusão por área de avaliação. Ou seja, os títulos foram extraídos e agrupados por área de avaliação, constituindo 49 *corpus* de análise.

O Iramuteq possui um dicionário em Língua Portuguesa que permite identificar o vocabulário e separar as formas lexicográficas. Desse modo, o *software* separa automaticamente as palavras em: formas ativas - usadas para a análise -; suplementares - geralmente *stop-words* (palavras muito comuns e sem significado importante para a observação); pontuações; e números. Neste estudo, foram consideradas como formas ativas somente substantivos, verbos e adjetivos. Advérbios, artigos e pronomes foram mantidos como formas suplementares.

Foi utilizado o método da classificação hierárquica descendente ou CHD (REINERT, 1983), que consiste em, inicialmente, agrupar as unidades textuais em classes que possuem vocabulário semelhante, com base no teste de quadrado ( $\chi^2$ ). Esse teste estatístico permite comparar quantitativamente a relação entre o resultado de um experimento (observação) e

o comportamento esperado. No caso da análise textual, quanto maior o valor revelado em  $\chi^2$ , maior a tendência de que haja mínima diferença entre as frequências observadas e esperadas da manifestação da forma léxica numa classe. Com isso, as unidades que possuem resultado de significância maior são consideradas mais aderentes à classe, sendo, assim, mais fortes e diretamente associadas, formando segmentos textuais coesos (MIRANDA, 2016).

Depois, as classes são agrupadas por meio de um dendograma, ou seja, um diagrama resultante de uma análise de agrupamento de variáveis, que as ordena de forma hierárquica e que mostra a similaridade entre as classes.

## 2.2. Análise Fatorial dos Componentes Principais

A segunda abordagem apresentada neste estudo é a Análise Fatorial dos Componentes Principais (AFC), que cria um gráfico representando as classes em um plano bidimensional, permitindo, assim, a visualização da proximidade de palavras, oposições e tendências.

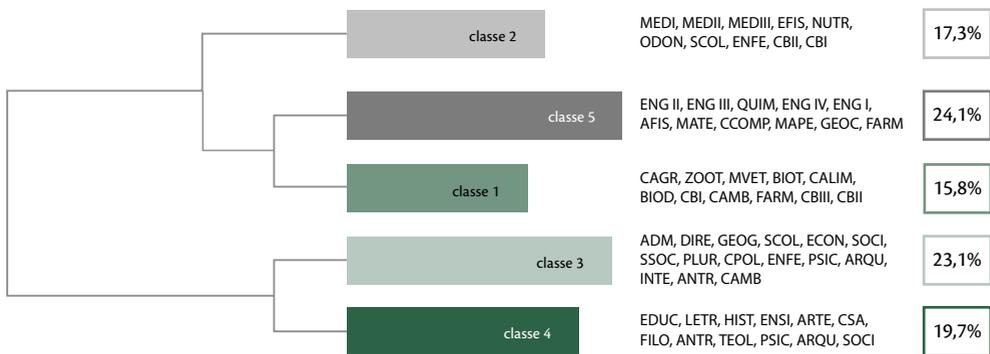
A existência de muitas variáveis para a representação em um espaço tridimensional torna inviável a visualização. Com isso, faz-se necessária a aplicação de método para a redução da dimensionalidade, o que justifica a adoção de uma AFC. As técnicas de análise fatorial permitem reduzir uma grande quantidade de variáveis observadas a um número menor de fatores, que representam os construtos responsáveis por resumir ou explicar o conjunto objeto de estudo (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010). Esses fatores ou componentes principais se constituem de uma combinação linear dos indicadores ou variáveis originais, que explicam a estrutura causal da relação entre elas.

A técnica origina um número menor de variáveis agrupadas e novas características de classificação e mensuração. Pode-se também adotar uma análise de agrupamento (clusters) para a criação de grupos com características semelhantes (MUGNAINI, 2006). Considera-se que, quando duas palavras são posicionadas mais próximas em um esquema fatorial, seus contextos de uso são semelhantes; e, quanto mais distantes, mais raramente são usadas em conjunto (GARNIER E GUÉRIN-PACE, 2010). O *software* Iramuteq indica o número de fatores resultantes e quais são os mais relevantes, de acordo com uma análise de variância. Cabe ao pesquisador nomear e determinar qual o significado desses fatores (YOUNG e PEARCE, 2013).

### 3. Resultados

Como resultado da aplicação do método da classificação hierárquica descendente, as 49 áreas de avaliação foram divididas em 5 classes, de acordo com a similaridade de vocabulário presente nos títulos de trabalhos de conclusão. As classes 3 e 5 representam o maior percentual do *corpus* textual (23,1% e 24%, respectivamente), que foi composto de um total de 41.052 palavras. Os resultados mostram a separação do dendograma em dois grandes grupos, um composto pelas classes 3 e 4. No outro grupo, percebe-se maior proximidade entre as classes 1 e 5, que se associam em um segundo nível à Classe 2 (Figura 1).

O que se pôde constatar, por meio dos maiores valores de  $\chi^2$  fornecidos pela análise, é que a Classe 1 representa as palavras associadas às áreas de avaliação que compõem as grandes áreas de Ciências Agrárias e Biológicas, basicamente. A Classe 2 representa a grande área de Saúde. O Colégio de Humanidades se divide entre as classes 3 e 4. A Classe 5 é composta por Engenharias e Ciências Exatas e da Terra. A Grande área Multidisciplinar se divide entre as classes, sendo que a área de Materiais se insere na Classe 5; a Biotecnologia e Ciências Ambientais, na Classe 1; a Interdisciplinar, na Classe 3; e Ensino, na Classe 4.



**Figura 1.** Dendograma da análise de conteúdo textual representando a distribuição das áreas de avaliação em classes. A ordem das áreas em cada classe representa valores decrescentes de  $\chi^2$  (por exemplo, na Classe 2, a área de Medicina I tem maior aderência, enquanto a Ciências Biológicas I tem menor aderência à Classe). O percentual de cada classe representa o tamanho do *corpus* textual

Grande parte do enquadramento das áreas de conhecimento às classes coincide com a tabela de classificação adotada pela Capes. Porém, foi detectado comportamento diferenciado de algumas, que se dividem em duas classes, mesmo que com valores menores de aderência:

- Enfermagem e Saúde Coletiva apresentam maiores valores de  $\chi^2$  na Classe 3, mas também aparecem na 2;
- Psicologia, Arquitetura e Sociologia aparecem com maior aderência à 3 e, em menor grau, à 4;
- Farmácia aparece na 5 e na 1, de forma mais equilibrada;
- Antropologia predomina na 4, mas também aparece na 3;
- Ciências Ambientais aparece, majoritariamente, na 1, mas também na 3;
- Ciências Biológicas I e II aparecem na Classe 1 e, em menor grau, na 2.

Segundo modelos descritos na literatura, esse comportamento de áreas que possuem temas representados em múltiplos agrupamentos é característico de multidisciplinaridade. De acordo com Suominen e Toivanen (2016), a visualização temática de um tópico dentro de um conjunto de relacionamentos entre áreas permite retratar conexões multidisciplinares, ao distinguir entre tópicos básicos de uma comunidade e suas interfaces com outras. Adams e Light (2014) igualmente dizem que a divisão de tópicos em múltiplas comunidades que não se sobrepõem indica aqueles menos coordenados entre fronteiras disciplinares e, portanto, mais caracterizados pela multidisciplinaridade.

A Figura 2 mostra a análise fatorial dos componentes (AFC) e apresenta os componentes 1 (eixo x) e 2 (eixo y), que possuem as maiores proporções (35,6% e 29,74%, respectivamente) e totalizam, juntos, 65,34% da variância. As palavras e respectivas classes estão apresentadas no gráfico (a) da Figura 2. Em (b), é possível fazer a correlação com as áreas de avaliação. Os temas desenvolvidos pelos programas estão distribuídos de acordo com sua proximidade e conseqüente similaridade.

Ao comparar o gráfico com o dendograma da Figura 1, podemos confirmar a proximidade dos temas pertencentes às classes 1 e 5 (verde médio e cinza) e 3 e 4 (verde claro e verde). A Classe 2 (cinza claro) é a que mais se distancia das demais, comportando-se de forma endógena.

Há a identificação de dois fatores principais, que expressam o que as variáveis possuem em comum. Pela distribuição dos temas, podemos inferir que o fator 1 (eixo x) diz respeito a políticas

e gestão (lado esquerdo) versus assuntos mais aplicados (lado direito). O fator 2 está relacionado a questões individuais (parte superior) versus questões coletivas (parte inferior).

Considerando as palavras mais frequentes que aparecem em cada classe, podemos inferir que os temas em cinza e verde médio, que se posicionam próximos, associam questões mais aplicadas ligadas a tecnologia (aplicação, material, sistema, desenvolvimento, computacional, síntese, modelagem) e materiais (polímero, filme, nanoestruturado, metálico) com assuntos agrários relacionados a animais, vegetais, genética e alimentos (planta, espécie, manejo, produção, bovino, solo, cultivo, melhoramento, genética).

Os grupos em verde e verde claro aliam questões educacionais e de formação de professores (ensino, professor, educação, história, formação), com a parte de gestão e políticas públicas (social, público, político, gestão, saúde, direito, governança). O grupo em cinza claro trata de questões ligadas à prevenção e ao tratamento de saúde (paciente, doença, clínico, crônico, portador, metabolismo, nutrição e exercício).

Pode-se notar que há temas e áreas com maior aderência à Classe, ou seja, posicionam-se de forma mais central ao grupo, e outros que se dispersam e mostram inter-relações. Além disso, aqueles que se dispõem mais ao centro do gráfico representam os de maior multidisciplinaridade, pois mostram relação mais próxima com os demais grupos temáticos. A própria área Interdisciplinar encontra-se posicionada desta forma.

As áreas em que se notou correspondência com mais de uma classe pelo teste de  $\chi^2$  aparecem mais distantes do centro do grupo principal, já que também guardam relação com outro grupo temático. Saúde Coletiva e Enfermagem, por exemplo, pertencem à Classe 3 (verde claro), mas se dispõem de forma mais intermediária com a Classe 2 (cinza claro), com que possuem também aderência, fazendo a relação entre temas de tratamento de doenças e gestão da saúde. Ciências Biológicas II também se distancia do grupo verde médio, com o qual possui maior aderência, e mostra certa relação com o cinza claro. Esta área trata de temas vinculados a bioquímica, biofísica, farmacologia e fisiologia.

### 3.1. Recorte específico da grande área Multidisciplinar

A criação da grande área Multidisciplinar se justificou pela diversidade de temas que os programas abordam, fazendo a interação de campos de estudo ou disciplinas. Ao analisar especificamente as 5 áreas que a compõem, observamos que:

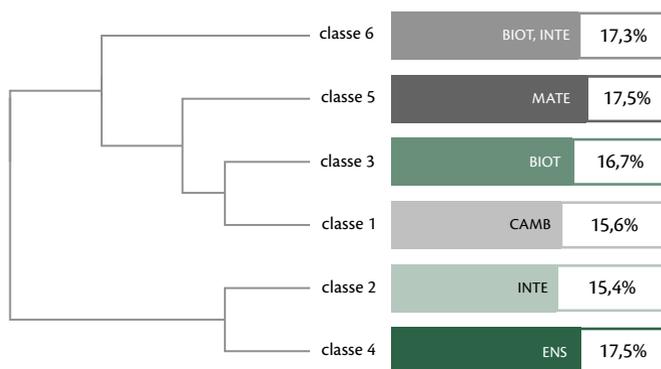
- I. A área Interdisciplinar, ao se dividir em quatro câmaras temáticas, atualmente contempla programas ligados a:
  - a. Desenvolvimento e políticas públicas (planejamento e gestão de políticas públicas e desenvolvimento regional);
  - b. Sociais e Humanidades (estudos da sociedade, história e cultura);
  - c. Engenharia, Tecnologia e Gestão (modelagem e tecnologias computacionais, engenharia, matemática, estatística aplicadas a outras áreas como agricultura, educação e medicina); e
  - d. Saúde e Biológicas (planejamento, desenvolvimento, tecnologias aplicadas a prevenção e promoção da saúde, educação em saúde, (bio)energia e sustentabilidade). Em consequência da heterogeneidade de temas, a área se situa no gráfico da Figura 2 de forma mais central, já que as palavras acabam tendo correlação com os demais grupos.
- II. A área de Ensino atua na utilização de conteúdo disciplinar e pedagógico e de tecnologias educacionais e sociais para aplicação no desenvolvimento de processos educativos (formação de professores, criação de materiais didáticos, propostas educativas e políticas públicas), agregando, assim, conhecimentos de diferentes disciplinas. A área possui, portanto, relacionamento próximo com temas educacionais pertencentes ao grupo verde;
- III. Os programas denominados Engenharia e/ou Ciência dos Materiais, provenientes, sobretudo, de grupos de pesquisa das Engenharias, são dedicados a desenvolver e aprimorar técnicas de processamento de materiais, simulação de suas propriedades, síntese e caracterização de novos compostos. Assim, possuem proximidade com Engenharias, Astronomia/Física, Matemática e Química, principalmente, quando se observam os resultados do gráfico da Figura 2;



- IV. A complexidade dos temas relacionados ao meio ambiente ensejou o seu agrupamento em uma área específica para tratar de assuntos correlatos, incluindo sustentabilidade, recursos naturais e planejamento e gestão de políticas públicas nesse campo. Com isso, Ciências Ambientais aparece mais próxima do grupo verde médio, mas guarda relação também com o verde claro;
- V. Biotecnologia reúne programas que tratam da utilização de organismos vivos para a produção ou transformação de compostos. Transita em campos da saúde, produção de antibióticos, vacinas, fármacos, agricultura e melhoramento genético para produção de alimentos. Está mais fortemente relacionada com o grupo em verde médio.

Para se ter uma ideia mais específica da temática desenvolvida pelas cinco áreas Multidisciplinares, foi utilizada a mesma metodologia adotada anteriormente, mas com enfoque direcionado à grande área. O dendograma separou as áreas em 6 classes e cada uma representa palavras associadas a uma área: Classe 1, às Ciências Ambientais; Classe 2, à Interdisciplinar; Classe 3, à Biotecnologia; Classe 4, ao Ensino; Classe 5, a Materiais; e Classe 6, um misto entre temas da Biotecnologia e Interdisciplinar (Figura 3).

O que se observa é a separação do dendograma em dois grandes grupos. Um deles é composto pelas Classes 2 (Interdisciplinar) e 4 (Ensino). No outro, percebe-se maior proximidade entre as Classes 1 (Ciências Ambientais) e 3 (Biotecnologia), que se associam em um segundo nível à Classe 5 (Materiais) e, mais acima, à Classe 6, que agrupa as áreas de Biotecnologia e Interdisciplinar.



**Figura 3.** Dendograma da análise de conteúdo textual representando a distribuição da grande área Multidisciplinar em classes



Quando se observa a distribuição dos temas na Figura 4, pode-se notar maior isolamento da Classe 4, que representa a área de Ensino. Confirma-se o escopo de atuação da área ao visualizarmos as palavras que aparecem com maior frequência: formação, professor, educação, matemática, ciência e didática.

Nesse recorte mais específico, nota-se a relação das áreas de Biotecnologia e Interdisciplinar (refletindo programas da Câmara IV) com temas ligados a Medicina e Saúde, o que não tinha ficado evidente anteriormente. Pode-se notar também uma representação mais clara das Câmaras da Interdisciplinar neste gráfico. O grupo cinza claro representa programas da Câmara I, que tratam de gestão e políticas públicas, a Câmara II aparece mais próxima a Classe 4 (cidadania, cultura, violência, comunidade) e a Câmara III faz uma interface com o verde (inovação) e verde médio (sustentabilidade, agricultura).

Os temas do grupo verde médio (Ciências Ambientais) focam em questões ambientais propriamente ditas (hidrográfico, água, clima, ecossistema, conservação, floresta), mas também fazem a “ponte” entre o cinza claro e o verde (política com tecnologia e materiais). Estes, por sua vez, se ligam ao grupo temático em verde claro (biotecnologia, melhoramento, genética).

## 4. Considerações finais

Com a análise de coocorrência de palavras, foi possível identificar o estado da arte relativo à temática desenvolvida pelas áreas de avaliação e os seus inter-relacionamentos.

A análise separou as 49 áreas de avaliação em cinco classes que possuem similaridade temática e representaram, em geral, questões ligadas a: tecnologia e desenvolvimento de materiais; assuntos agrários, de genética e alimentos; temas educacionais e de formação de professores; gestão e políticas públicas; e prevenção e tratamento de saúde. A visualização gráfica mostrou áreas mais isoladas, em termos do objeto de estudo e outras que se correlacionam com uma ou mais áreas. Isso demonstra menor ou maior grau de multidisciplinaridade.

Quando o foco foi voltado apenas à grande área Multidisciplinar, a área de Ensino mostrou isolamento em relação às demais, com destaque em seus temas específicos de formação e educação. A área Interdisciplinar confirmou sua inerente característica de múltiplas interfaces ao mostrar relação com temas de saúde, gestão, sociedade, inovação e sustentabilidade. Biotecnologia mostrou alinhamento de questões de saúde com farmacologia, genética e melhoramento. Ciências Ambientais, que se situa naturalmente no grupo com temática

intrínseca, mostra proximidade com outras classes, que aliam questões de políticas com biotecnologia. Em Materiais, apareceram temas ligados a propriedades, simulação e aplicação de materiais, que se mostram em uma zona de convergência com três outras classes.

Foi possível notar que não somente as áreas pertencentes à grande área Multidisciplinar apresentam diálogo entre temas diversos, mas que Enfermagem, Saúde Coletiva, Psicologia, Arquitetura, Sociologia, Farmácia, Antropologia, Ciências Ambientais e Ciências Biológicas I e II também mostram interfaces com mais de uma classe temática.

O resultado dessa análise mostra, a respeito das áreas, características sobre as quais só se tinha uma ideia de modo muito incipiente e empírico. A própria Capes chegou a fazer alguns estudos com as áreas de avaliação para saber sobre a possibilidade de readequação de áreas dos programas, com base em maior proximidade temática, considerando projetos de pesquisa e áreas de concentração, porém, por ser um exercício empírico, não levou à concretização da ação.

Considerando o contexto da discussão com as áreas de avaliação, percebe-se que, entre aqueles atores que participam e fazem parte do próprio sistema, existem as mais variadas concepções sobre o que a comunidade acadêmica atribui ao significado de interdisciplinaridade. Em algumas áreas, aparecem incipientes indicadores de que exista maior interdisciplinaridade do que em outras.

Por meio dos resultados apresentados neste trabalho, buscou-se demonstrar a existência de um modelo e uma sistemática que respondem a questões e expectativas levantadas periodicamente entre a Capes e a comunidade. Assim, esta análise serve, portanto, de base para estudos futuros que possam evidenciar a evolução temática das áreas ou tendências de temas que a área possa estar abordando. As zonas de sobreposição identificadas são indicadores favoráveis à colaboração da pesquisa.

## Referências

ADAMS, J.; LIGHT, R. Mapping interdisciplinary fields: efficiencies, gaps and redundancies in hiv/aids research. *PLoS ONE*, v. 9, n. 12, 2014. ISSN 1932-6203.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plano Nacional de Pós-Graduação - PNPG 2011-2020**. Brasília – DF: CAPES, 2010.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. *Opinião Pública*, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010. ISSN 0104-6276.

GARNIER, B.; GUÉRIN-PACE, F. **Appliquer les méthodes de la statistique textuelle**. Paris: CEPED - Centre Population et Développement, 2010.

HONG, Y. *et al.* Knowledge structure and theme trends analysis on general practitioner research: a co-word perspective. **BMC Family Practice**, v. 17, n. 1, 2016. ISSN 14712296.

IRAMUTEQ. **Interface de R pour les analyses multidimensionnelles de textes et de questionnaires**. Un logiciel libre construit avec des logiciels libres. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/>.

KARLOVČEC, M.; MLADENIĆ, D. Interdisciplinarity of scientific fields and its evolution based on graph of project collaboration and co-authoring. **Scientometrics**, Dordrecht, v. 102, n. 1, p. 433-454, 2015. ISSN 0138-9130.

MIRANDA, V.G. Estabilidade política associada a estabilidade econômica: mapeando a agenda de governo de FHC em comportamentos e falas sobre a Emenda da Reeleição. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA POLÍTICA, 10.: Ciência Política e a Política: memória e futuro 2016. **Anais...** 2016.

MUGNAINI, R. **Caminhos para adequação da avaliação da produção científica brasileira: impacto nacional versus internacional**. 2006. Tese (Doutorado em Cultura e Informação) - Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

NASCIMENTO, A.R.A.; MENANDRO, P.R.M. Análise lexical e análise de conteúdo: uma proposta de utilização conjugada. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 72-88, 2006.

OLIVEIRA, T. M.; AMARAL, L. Institucionalização da interdisciplinaridade em uma agência governamental de fomento e sua percepção na comunidade acadêmica. In: PHILIPPI JR., A.; FERNANDES, V.; PACHECO, R.C.S. (Org.). **Ensino, pesquisa e inovação: desenvolvendo a interdisciplinaridade**. 1ed. Barueri: Manole, 2016, v. 1, p. 189-219.

REINERT, M. **Une méthode de classification descendante hiérarchique : application à l'analyse lexicale par contexte**. **Les Cahiers de L'analyse des Données**, v. 8, n. 2, p. 187-198. 1983.

SUOMINEN, A.; TOIVANEN, H. Map of science with topic modeling: comparison of unsupervised learning and human-assigned subject classification. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 67, n. 10, p. 2464-2476, 2016. ISSN 2330-1635.

YOUNG, A.G.; PEARCE, S. A beginner's guide to factor analysis: focusing on exploratory factor analysis. **Tutorials in quantitative methods for psychology**, v. 9, n. 2, p. 79-94, 2013.

# Impactos da pesquisa em saúde no Brasil: o caso dos estudos de mortalidade materna e morbimortalidade neonatal<sup>1</sup>

Antonia Angulo-Tuesta<sup>2</sup> e Leonor Maria Pacheco Santos<sup>3</sup>

## Resumo

Avaliar o impacto da pesquisa em saúde possibilita demonstrar o retorno dos investimentos para a sociedade. Este artigo analisa os impactos das pesquisas, financiadas pelo Ministério da Saúde brasileiro, em 2004, a respeito da mortalidade materna e morbimortalidade neonatal. A matriz de avaliação da pesquisa em saúde da Academia Canadense de Ciências da Saúde foi aplicada. Os métodos articularam bases de dados bibliométricas e bibliográficas, além de análise documental dos relatórios finais das pesquisas. O estudo mostra evidências empíricas dos impactos, principalmente nas dimensões *avanços no conhecimento e*

## Abstract

*Evaluating the impact of health research contributes to demonstrate the return of investments in society. This article analyses the impact of research on maternal mortality and neonatal morbidity and mortality funded by the Brazilian Ministry of Health in 2004. The framework for health research uptake of the Canadian Academy of Health Sciences was applied. The methods articulated bibliometric and bibliographic databases, and documental analysis of the final research reports. This study shows empirical evidence of impacts mainly on the dimensions of advancing knowledge and*

<sup>1</sup> Este trabalho é uma versão adaptada e atualizada do artigo: Angulo-Tuesta e Santos (2015).

<sup>2</sup> Faculdade de Ceilândia. Universidade de Brasília (UnB). Brasil. Licenciada em Obstetria. Doutora em Ciências da Saúde pela UnB; pós-doutorado em avaliação de políticas pela Universidade Nova de Lisboa. Professora adjunta do Curso de Saúde Coletiva e do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias em Saúde da UnB.

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências da Saúde. UnB. Brasil. Bacharel em Química pela Universidade de São Paulo. Doutora em Patologia pela University of Tennessee, EUA, com pós-doutorado em Epidemiologia materna e infantil pela London School of Hygiene and Tropical Medicine, RU. Professora associada do Departamento de Saúde Coletiva da UnB.

*capacidades de pesquisa. Nas dimensões tomadas de decisão informada e benefícios para a saúde foram registrados poucos indicadores. Mudanças políticas são necessárias para estruturar programas de avaliação e promoção de interfaces efetivas entre governo, pesquisadores e sociedade.*

*research capability-building. In the dimensions informing decision-making and health benefits, there were few indicators. Political changes are needed to structure evaluation programs and to promote effective interfaces between government, researchers, and society.*

**Palavras-chave:** Avaliação do impacto da pesquisa. Pesquisa em saúde. Brasil.

**Keywords:** Research impact assessment. Health research. Brazil.

## 1. Introdução

O sistema nacional de pesquisa em saúde é formado por pessoas, instituições e atividades e seus propósitos principais devem ser: produzir conhecimentos válidos e de alta qualidade, a fim de contribuir com a atuação de formuladores de políticas para o desempenho dos sistemas de saúde; promover a melhoria da saúde individual e da população; e oferecer, assim, benefícios sociais e econômicos. A organização desse sistema compreende o processo de geração de conhecimentos; a garantia e alocação responsável do financiamento à pesquisa; a justificativa para a sociedade da necessidade de investimentos crescentes; a construção da capacidade humana e física para a utilização da pesquisa; a translação e comunicação dos resultados da pesquisa; e a análise de seu impacto (PANG *et al.*, 2003; WHO, 2004).

No sistema brasileiro de pesquisa em saúde - apesar da aplicação de significativos investimentos governamentais orientados à formação de pesquisadores, à produção de conhecimentos e ao financiamento de pesquisas baseado em prioridades definidas por atores sociais (GUIMARÃES *et al.*, 2006; SANTOS, *et al.*, 2011) -, a promoção da utilização dos resultados da investigação, o monitoramento do sistema e a avaliação dos benefícios da pesquisa continuam a ser componentes pouco estruturados pelas agências de fomento, por investigadores e instituições públicas.

Este artigo analisa os impactos das pesquisas financiadas por meio do Edital MCT-CNPq/SCTIE-Decit-MS (Edital n.º 36/2004-MS), a respeito de mortalidade materna e morbimortalidade neonatal, nas dimensões: *avanços no conhecimento; capacidades de pesquisa; tomada de decisão informada; e benefícios para a saúde*. O trabalho inclui o exame da aplicabilidade, na experiência governamental brasileira, da matriz de avaliação da pesquisa em saúde da Academia Canadense de Ciências da Saúde [*Canadian Academy of Health Sciences (CAHS)*], aqui chamada de Matriz CAHS.

O objetivo do Edital n.º 36/2004-MS, lançado pelo Ministério da Saúde (MS) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foi “expandir a produção do conhecimento básico e aplicado para o desenvolvimento de ações públicas para a melhoria das condições de saúde da população brasileira e a superação das desigualdades regionais e socioeconômicas”, nos seguintes temas: 1) magnitude e compreensão da mortalidade materna e morbimortalidade neonatal; 2) avaliação de políticas, programas, serviços e tecnologias no período neonatal e no pré-natal, parto e puerpério (BRASIL, 2004).

Autores apontam que a avaliação do impacto da pesquisa permite: conhecer o desempenho das instituições; buscar melhorias para a capacidade dos pesquisadores de oferecer respostas e novas estratégias para agravos à saúde; identificar oportunidades e desafios para o alcance dos benefícios desejados; demonstrar como as atividades de pesquisa informam tomadas de decisão que podem, eventualmente, resultar em mudanças na saúde e em benefícios sociais e econômicos; influenciar a divulgação e orientar agendas futuras de pesquisa (KURUVILLA *et al.*, 2006; HANNEY *et al.*, 2010; BANZI *et al.*, 2011).

Essa avaliação, porém, deve considerar a defasagem entre a fase de atribuição de determinado impacto, quando a pesquisa é financiada e o momento em que seus benefícios são realizados ou, ainda, a atribuição do impacto ao financiamento de uma determinada pesquisa, mais que a um acúmulo de conhecimentos com diversos recursos. As perspectivas e a valoração dos gestores, dos programas implementados e dos pesquisadores influenciam a definição de impacto, dos melhores métodos e de indicadores da avaliação. Da mesma maneira, os benefícios para a saúde da população, a prosperidade social e econômica e a utilização das intervenções mais apropriadas por parte do sistema de saúde são permeados por dinâmicas muito mais complexas que os resultados da pesquisa (CAHS, 2009).

Demonstrar a relação do contexto da pesquisa financiada com os seus impactos implica em desafios metodológicos, como: i) a questão de *atribuição*, que define as contribuições da pesquisa atribuíveis aos resultados; ii) a questão *contrafactual*, que busca compreender o que aconteceria sem a realização da pesquisa; iii) o *efeito Halo*, que assinala a necessidade de considerar o potencial indesejável dos impactos da pesquisa na busca só de impactos positivos; iv) o momento da definição dos objetivos da avaliação do impacto e a escolha cuidadosa dos indicadores, a fim de evitar julgamentos parciais, enviesados e injustos das políticas e dos programas de ciência e tecnologia, dos projetos, das instituições e dos pesquisadores; v) a avaliação dos fluxos de conhecimentos e a compreensão das dificuldades e dos facilitadores de onde, quando, como e por que os conhecimentos podem ou não influenciar a sua utilização ao longo do tempo (CAHS, 2009; BANZI *et al.*, 2011; HANNEY, *et al.*, 2017).

## 2. Métodos

### 2.1. Aplicação da matriz de avaliação da pesquisa em saúde no contexto brasileiro

A estrutura da matriz de avaliação da pesquisa em saúde (Matriz CAHS) toma como base o modelo lógico que contempla: insumos, processos, produtos, resultados e impactos. Os *produtos* podem ser primários (artigos científicos e produtos técnicos) ou secundários (revisões sistemáticas, políticas e protocolos clínicos). Os *resultados* são os efeitos dos achados da investigação realizada por diferentes atores e grupos sociais (tangíveis ou inesperados). O *impacto* é o efeito final e de longo prazo e se classifica em: impacto instrumental, quando há uma clara conexão entre determinado estudo e o efeito específico (mudanças na prática clínica); e, impacto conceitual, cujo efeito é menos tangível, embora produza avanços no conhecimento e informação para a tomada de decisões, porém, sem relação direta e explícita (CAHS, 2009).

Para a sua aplicação, a Matriz CAHS considera quatro pilares da pesquisa:

- i) a *Pesquisa em Serviços de Saúde* (PSS) investiga o acesso aos serviços, os custos e os resultados dos cuidados; identifica as formas efetivas e eficientes de organizar, gerenciar, financiar e oferecer cuidados de qualidade; reduz os erros médicos e melhora a segurança do paciente;
- ii) a *Pesquisa em População e de Saúde Pública* (PPSP) busca contribuir com a melhoria da saúde da população e de indivíduos, por meio da aplicação de conhecimentos sobre a influência dos fatores biológicos, sociais, culturais, ambientais, econômicos e laborais no estado da saúde; e como a complexa interação desses fatores determina o bem-estar das pessoas e das comunidades;
- iii) a *Pesquisa Biomédica* (PB) busca explicar a funcionalidade humana normal e anormal, molecular e celular, do sistema orgânico e do corpo, além de desenvolver ferramentas, tecnologias, novas terapias e diagnósticos para melhorar a qualidade de vida;
- iv) a *Pesquisa Clínica* (PC) busca aperfeiçoar o diagnóstico e tratamento de doenças e agravos, para a melhoria da saúde e da qualidade de vida.

Essa matriz apresenta cinco dimensões de impactos, categorias, subcategorias, indicadores e métricas para identificar os métodos e dados necessários de avaliação. No presente estudo, foram analisadas quatro dimensões:

- 1) *Avanços no conhecimento* (AC) - revela novas descobertas, avanços da pesquisa em saúde e contribuições da literatura científica;
- 2) *Capacidades de pesquisa* (CP) - trata do desenvolvimento e aprimoramento das habilidades de pesquisa individuais e de equipes para o avanço do conhecimento;
- 3) *Tomada de decisão informada* (TDI) - demonstra como a pesquisa amplia os seus resultados;
- 4) *Benefícios para a saúde* (BS) - reconhece avanços na prevenção, no diagnóstico, no tratamento e nos cuidados paliativos; além de melhorias para o estado da saúde, os fatores de risco, os determinantes sociais da saúde e o desempenho do sistema de saúde.

A falta de recursos financeiros não permitiu a aplicação dos métodos de mensuração dos indicadores da quinta dimensão, ou seja, a que trataria dos *benefícios econômicos e sociais*. A escolha de categorias e indicadores considerou critérios de validade, relevância, replicabilidade, disponibilidade e custo dos dados, tempo de coleta e atribuição às pesquisas financiadas no referido edital. Na sequência, são expostos as categorias e os indicadores por dimensão:

Na dimensão *avanços no conhecimento*:

- i) *qualidade da pesquisa*: número de artigos publicados em periódicos revisados por pares, porcentagem de periódicos nacionais e internacional, ano de publicação dos artigos científicos, fator de impacto e classificação brasileira *Qualis Capes* dos periódicos, média de citações por artigo;
- ii) *atividade de pesquisa*: número e porcentagem de publicações científicas e tipos;
- iii) *divulgação dos resultados da pesquisa*: número e porcentagem de eventos públicos e apresentações.

Na dimensão *capacidades de pesquisa*:

- i) *capacidades, habilidades e pessoal de pesquisa*: número e porcentagem de estudantes treinados;
- ii) *equipes de pesquisa*: número de membros de pesquisa;
- iii) *financiamento obtido a partir da pesquisa*.

Na dimensão *tomada de decisão informada*:

- i. *tomada de decisão para a saúde*: a) cuidado à saúde: utilização da pesquisa em protocolos clínicos e guias técnicas; e métodos técnicos de avaliação clínica; b) utilização dos resultados fora do setor saúde; c) educação para a saúde: pesquisas citadas em material educativo para profissionais de saúde e treinamento de profissionais de saúde e do público;
- ii. *tomada de decisão para a pesquisa*: a) consultorias para formuladores de políticas de pesquisa; b) citação de pesquisa em livros e referências universitárias em disciplinas de saúde;
- iii. *público em geral*: a) pesquisa ou artigo citado em publicações de advocacia; b) palestras em audiência pública;
- iv. *indicadores qualitativos*: a) citações na mídia, b) utilização para políticas públicas e programas de saúde.

Na dimensão *benefícios para a saúde*:

- i) *desempenho do sistema de saúde*: a) aceitabilidade, b) acessibilidade, c) continuidade do cuidado, d) adequação (utilização da melhor evidência disponível pelo serviço), e) efetividade (os resultados dos serviços são os melhores possíveis), f) eficiência (avalia os melhores resultados possíveis por um custo apropriado), g) segurança.

## 2.2. Coleta de dados para a identificação de impactos do Edital n.º 36/2004-MS

Foram utilizados vários métodos articulados e complementares entre si a fim de garantir a consistência e solidez dos achados. Os dados de investimentos do Edital n.º 36/2004 foram obtidos na Plataforma Pesquisa Saúde (BRASIL, MS. Plataforma), no primeiro semestre de 2011. A classificação dos pilares de pesquisa foi realizada por análise documental, a partir dos relatórios finais das pesquisas, os quais foram disponibilizados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em abril de 2013, por meio da Lei n.º 12.527/2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011).

A identificação dos impactos na dimensão *avanços no conhecimento* foi realizada por meio do mapeamento da produção científica e técnica. Os artigos foram considerados produto da pesquisa (atribuição) quando indicavam o financiamento do Edital n.º 36/2004-MS ou do CNPq. O fator de impacto do periódico (SJR-SCImago Journal Rank), o índice-H e as citações dos artigos foram coletados na base bibliométrica *Scopus*, em julho de 2014. As fontes de dados foram: a) Plataforma Pesquisa Saúde, b) Plataforma Lattes (CNPq) e c) relatórios finais das pesquisas.

A identificação do impacto na dimensão *capacidades de pesquisa* foi feita a partir dos relatórios finais. Posteriormente, essa identificação foi confirmada e ampliada por meio da análise dos currículos Lattes dos pesquisadores.

A identificação do impacto na dimensão *tomada de decisão informada* foi elaborada a partir do mapeamento da utilização das pesquisas que referenciaram os artigos produzidos em razão do Edital n.º 36/2004-MS, em quatro fontes de dados: a) relatórios finais das pesquisas; b) Plataforma Lattes; c) Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde: (BRASIL, MS. Biblioteca) publicações, com a participação dos coordenadores e equipes e as citações bibliográficas dos artigos das pesquisas; d) Google acadêmico: publicações com a citação dos artigos produzidos, o registro da participação dos autores em consultorias e audiências públicas e as citações, na mídia, dos pesquisadores e dos resultados das pesquisas.

A identificação dos impactos na dimensão *benefícios para a saúde* foi realizada a partir dos relatórios finais das pesquisas. O mapeamento dos produtos, resultados e impactos compreendeu o período de 2004 até o primeiro semestre de 2014. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde, da Universidade de Brasília (protocolo 21652613.0.0000.0030).

### 3. Resultados

#### 3.1. Características do investimento financeiro e pilares de pesquisas financiadas pelo Edital n.º 36/2004-MS

Foram financiados 40 projetos no valor de R\$ 2,2 milhões. O maior investimento foi de R\$ 1,02 milhão (45,7%) para financiar 23 Pesquisas em População e de Saúde Pública (57,5%); seguido de R\$ 918 mil (40,9%) para 10 Pesquisas Biomédicas (25,0%); e R\$ 301,6 mil (13,4%) para 7 Pesquisas em Serviços de Saúde (17,5%).

#### 3.2. Dimensão avanços no conhecimento

*Produção científica, fator de impacto dos periódicos e citações dos artigos:* 59 artigos científicos foram produzidos em 25 das 40 pesquisas financiadas (62,5%). A média de artigos publicados por pesquisa foi 2,36, com a variação de 1 a 7. A maioria dos artigos (76%) foi produzida por pesquisas com menos de R\$ 50 mil. O maior número de artigos (52,5%) resultou de PPSP.

Esses 59 artigos foram publicados em 38 periódicos, sendo 20 artigos em 17 periódicos internacionais (45%) e 39 artigos em 21 periódicos nacionais (55%). Dos artigos, 56% (33) foram publicados no período de dois a quatro anos após o término das pesquisas, em 2006. O período médio de anos para a publicação foi 2,9 anos e a mediana de 3 anos.

Os artigos foram publicados em amplo número de periódicos especializados na área de saúde materna e neonatal e indexados em bases de dados reconhecidas internacionalmente; 27 artigos foram publicados em 10 periódicos, 7 desses nacionais. O fator de impacto (SJR) e o índice-H do *Scopus* foram identificados para 29 periódicos indexados nesta base. Do total de periódicos, 14 (25%) pertenciam ao primeiro quartil nas suas respectivas áreas de conhecimento. Segundo a classificação *Qualis Capes*, 13 periódicos foram classificados como A1 e A2; 23, de B1 a B4; e 2 periódicos não foram classificados.

A análise de citações foi realizada com os 42 artigos publicados em periódicos indexados em *Scopus*. Foram identificadas 506 citações até outubro de 2014, com média de 12 citações por artigo. Os 20 artigos publicados em periódicos internacionais foram os mais citados (338 vezes), o que representa 66,8% do total de citações, com média de 16 citações por artigo. Os 22 artigos

publicados em periódicos nacionais foram citados 168 vezes, com média de 7,6 citações por artigo.

A respeito da *Contagem de publicações e divulgação dos resultados da pesquisa em eventos científicos*, a Tabela 1 descreve significativo número de produções científicas (281).

**Tabela 1.** Publicações produzidas pelas pesquisas financiadas no Edital n.º 36/2004-MS

Tipo de publicação científica	N.º de pesquisas com publicação	% do total de pesquisas*	Publicações	
			N.º	%
Artigo científico	25	62,5	59	21,0
Artigo completo publicado em anais de evento científico	33	82,5	57	20,3
Resumo publicado em anais de evento científico	33	82,5	70	24,9
Capítulo de livro	5	12,5	7	2,5
Livro publicado	1	2,5	1	0,4
Tese de doutorado	12	30,0	16	5,7
Dissertação de mestrado	20	50,0	35	12,5
Trabalho de conclusão de curso de especialização	2	5,0	2	0,7
Trabalho de conclusão de curso de graduação	5	12,5	27	9,6
Relatório de iniciação científica	3	7,5	7	2,5
Total de publicações			281	100,0

Fonte: dados próprios elaborados pelas autoras.

Nota: \* n = 40

Na Tabela 2 observa-se a participação de equipes em 106 eventos científicos e 178 apresentações de resultados em espaços tradicionais de divulgação de conhecimento ou seminários com formuladores de políticas de pesquisa e de saúde.

**Tabela 2.** Participação em eventos por modalidade de apresentação dos resultados das pesquisas financiadas no Edital n.º 36/2004-MS

Tipo de evento	Pesquisas com participação em eventos		Eventos		Apresentações	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Congresso científico	24	60,0	51	48,1	72	40,4
Seminário para gestores	33	82,5	19	17,9	59	33,1
Reunião científica	9	22,5	18	17,0	19	10,7
Jornada científica	6	15,0	7	6,6	11	6,2
Conferência científica	3	7,5	6	5,7	12	6,7
Outros	5	12,5	5	4,7	5	2,8
Total			106	100,0	178	63

Fonte: dados próprios elaborados pelas autoras.

### 3.3. Dimensão capacidades de pesquisa

Na categoria *Capacidades, habilidades e pessoal em pesquisa*, foi registrado expressivo impacto na orientação e formação de pessoal em pesquisa (Tabela 3). Na categoria *Equipes de pesquisa*, foram identificados 196 participantes, com média de 5,2 membros por equipe. Na categoria *Capacitação para realização de futuras pesquisas*, 5 grupos de pesquisa obtiveram novo financiamento em editais nacionais e internacionais.

**Tabela 3.** Formação de pessoal nas pesquisas financiadas pelo Edital n.º 36/2004-MS

Nível de treinamento	Pesquisas com estudantes treinados		Estudantes treinados	
	N.º	%	N.º	%
Graduação	17	42,5	63	42,9
Especialização	3	7,5	7	4,8
Mestrado	25	62,5	50	34,0
Doutorado	15	37,5	27	18,4
Total de estudantes			147	100,0

Fonte: dados próprios elaborados pelas autoras.

### 3.4. Dimensão tomada de decisão informada

Em 12 estudos, foram identificados impactos positivos (Tabela 4). Três deles com produção técnica - dois avaliaram protocolos clínicos: 1) atenção hospitalar ao neonato na Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais (2007), 2) aumento da capacidade de identificação de anomalias congênitas ou de valoração do maior risco de defeitos em recém-nascidos; 3) novo método técnico de avaliação da autorregulação do fluxo sanguíneo cerebral. Seis estudos produziram materiais educativos para profissionais de saúde e alguns foram utilizados e validados no processo da pesquisa. Foram registrados cursos de capacitação de profissionais de saúde e utilização desses materiais em projetos de extensão universitários.

Nos *indicadores qualitativos*, os resultados da pesquisa sobre violência de gênero e gravidez foram publicados na mídia. Quatro estudos subsidiaram a elaboração de políticas, a saber: 1) a criação da Rede Norte-Nordeste de Saúde Perinatal, aprovada pelo Ministério da Saúde; 2) a implementação dos comitês municipais de prevenção do óbito fetal e infantil em Minas Gerais, 3) a criação de espaço alternativo para atenção obstétrica em maternidade pública, a definição de leitos públicos para a atenção ao parto e a criação da Casa de Parto na Bahia, 4) implantação do sistema de vigilância epidemiológica de infecções neonatais em três hospitais públicos no município do Rio de Janeiro.

### 3.5. Dimensão benefícios para a saúde

Registraram-se, em oito estudos, indicadores de desempenho do sistema de saúde: modelos de atenção obstétrica; satisfação no parto, atenção pré-natal e hipertensão, HIV, sífilis e hepatite B e C; protocolo de investigação de RN vivos com anomalias congênicas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Impacto nas dimensões *tomada de decisão informada e benefícios para a saúde* das pesquisas financiadas no Edital n.º 36/2004-MS

Dimensão tomada de decisão informada				
Pilar de pesquisa	PPSP n = 7	PSS n = 3	PB n = 2	Total n=12
<b>Categoria: Tomada de decisão para a saúde</b>				
Cuidado à saúde:				
Utilização da pesquisa na produção técnica:	1	1	1	3
Protocolos clínicos	1	1	-	2
Método técnico de avaliação	-	-	1	1
Utilização dos resultados fora da saúde	-	-	-	-
Educação para a saúde:				
Pesquisas citadas em material educativo:	3	2	1	6
Profissionais de saúde	-	2	-	2
Treinamento para profissionais de saúde e público	3	1	2	6
<b>Categoria: Tomada de decisão para a pesquisa</b>				
Consultoria para formuladores de políticas de pesquisa	-	-	-	-
Citação da pesquisa em livros e referências para universitários em disciplinas de saúde	-	-	-	-
<b>Categoria: Tomada de decisão para o público</b>				
Pesquisas citadas em publicações de advocacia	-	-	-	-
Palestras em audiência pública	1	-	-	1
<b>Indicadores qualitativos</b>				
Mídia:	1	-	-	1
(co)autoria de matéria jornalística publicada	1	-	-	1

Dimensão tomada de decisão informada				
Pilar de pesquisa	PPSP n = 7	PSS n = 3	PB n = 2	Total n=12
(co)autoria em artigo publicado em site institucional	-	-	-	-
Matéria publicada na imprensa	-	-	-	-
Entrevista concedida à imprensa	1	-	-	1
Utilização para políticas públicas de saúde:	3	-	-	3
Citações da pesquisa em políticas	3	-	-	3
Citações da pesquisa em programas	3	-	-	3

Dimensão benefícios para a saúde			
Pilar de pesquisa	PPSP n = 1	PSS n = 7	Total n = 8
<b>Categoria: Desempenho do sistema de saúde</b>			
Aceitabilidade	-	4	4
Adequação	1	2	3
Continuidade do cuidado	1	1	2

Fonte: dados próprios elaborados pelas autoras.

### 3.6. Matriz de impactos dos resultados de pesquisa do Edital n.º 36/2004-MS

A aplicação da matriz da CAHS permitiu mostrar a organização de atividades e o processo de produção dos impactos das pesquisas sobre mortalidade materna e morbimortalidade neonatal, em um período de 8 a 10 anos após o financiamento (2004) e a finalização das pesquisas (2006), respectivamente. As atividades (definição de prioridades de pesquisa e dos recursos financeiros, elaboração do edital, aprovação de projetos) resultaram na implementação do Edital n.º 36/2004-MS, com a aprovação de pesquisas estratégicas, apresentação dos resultados para formuladores de políticas de saúde e de ciência e tecnologia, e identificação do impacto deste edital.

## 4. Discussão e conclusões

Este estudo contribui com evidências empíricas sobre o impacto produzido pelo Edital n.º 36/2004-MS, que trata de pesquisas sobre mortalidade materna e morbimortalidade neonatal. A ampla maioria das pesquisas (58%) produziu impactos nas dimensões *avanços no conhecimento e capacidades de pesquisa*. Novos conhecimentos acrescentaram-se ao conjunto global de conhecimentos e podem ser utilizados em processos de intercâmbios e atuação articulada entre atores e audiências do setor saúde e intersetorial.

O predomínio do impacto nessas dimensões assemelha-se com os resultados de outras investigações em vários países, ainda que com indicadores e mensurações variadas, de avaliação de programas de fomento a pesquisa institucional, governamental ou não, de estudos de casos e de pesquisas em campos disciplinares, em que foram utilizadas as duas abordagens mais frequentes neste tema, isto é, o modelo lógico *payback* e a matriz CAHS (CADELL *et al.*, 2010; NASON *et al.*, 2011; ADAM *et al.*, 2012; AYMERICH *et al.*, 2012; GRAHAM *et al.*, 2012). Por exemplo, dois indicadores utilizados nesse estudo - percentual de projetos com artigos publicados (62,5%) e de resultados apresentados em eventos (60%) - são representativos como no estudo de Cadell (2010), 72% e 82% respectivamente.

O impacto nas dimensões *tomada de decisão informada e benefícios para a saúde* foi difícil de ser identificado ao longo do tempo. Algumas investigações influenciaram na implementação de políticas e intervenções de saúde perinatal, na prática clínica e gestão de redes de serviços, na capacitação de profissionais de saúde e na melhoria de indicadores de desempenho do sistema de saúde, nos locais estudados. A maioria desses impactos foi produzida por pesquisas em serviços de saúde e de saúde pública, em cujo processo de realização e translação de conhecimentos participaram diretores clínicos e profissionais de saúde. Milat *et al.* (2013) e Kok *et al.* (2016) apontam resultados semelhantes ao demonstrar que pesquisas de intervenção informaram decisões políticas e práticas, como a defesa de financiamento de políticas e grupos prioritários de intervenção.

Nesse sentido, o fortalecimento da interação entre os sistemas de saúde e da pesquisa em saúde requer relações e diálogos que reconheçam os valores, as expectativas e necessidades dos diversos atores sociais e das instituições que se relacionam entre eles e são influenciados pelos grupos que representam no sistema de pesquisa em saúde (CORDERO *et al.*, 2008; VAN DER WEIJDEN *et al.*, 2012; MILAT *et al.*, 2013; WHO, 2013).

A metodologia da matriz CAHS demonstrou-se flexível para orientar a operacionalização do modelo lógico. Assim, permitiu a identificação dos fatores contextuais do processo de produção de impactos e a escolha das dimensões e dos indicadores onde o impacto podia surgir. Entretanto, muitos dos indicadores inicialmente escolhidos não foram aplicados em razão da complexidade de sua mensuração, que é devida à magnitude e à comparabilidade da medida proposta (por exemplo, impacto de citações), à dificuldade de mapeamento dos dados precisos e à demanda de tempo e recursos financeiros necessários. A mensuração de indicadores complexos continua a ser um dos desafios dessa metodologia (ADAM *et al.*, 2012; GRAHAM *et al.*, 2012). Hanney *et al.* (2017), em uma ampla revisão de metodologias para avaliação do impacto da pesquisa em saúde, apontam a necessidade de uma maior padronização dos métodos de avaliação, a fim de superar as inconsistências existentes e informar melhor as decisões estratégicas sobre investimentos em pesquisa.

Duas limitações deste estudo são: 1) o momento da escolha dos indicadores de impacto nas dimensões *tomada de decisão informada e benefícios para a saúde* ter acontecido depois da realização das pesquisas. Isto pode prejudicar a análise de atribuição dos produtos diretos e indiretos, e o impacto das investigações, seja porque os pesquisadores não esperam ser avaliados com esses indicadores ou porque os resultados das pesquisas não apontam para os mesmos. Essa limitação tem sido colocada em outros estudos (BRUTSCHER *et al.*, 2008; CAHS, 2009; BANZI *et al.*, 2011), o que reforça a perspectiva de contribuições potenciais dos resultados do Edital n.º 36/2004-MS nestas dimensões; 2) a utilização de análise documental e de bases de dados institucionais, bibliométricas e bibliográficas. Esses métodos poderiam ser complementados com entrevistas e inqueritos aos coordenadores e usuários das pesquisas, a fim de se conhecer os impactos ao longo do tempo transcorrido.

A Plataforma Lattes mostrou-se uma ferramenta relevante de dados organizados e consolidados para subsidiar a mensuração de indicadores. No entanto, para a identificação dos impactos na tomada de decisão e nos benefícios para a saúde, ainda é insuficiente. Os pesquisadores fornecem poucas informações em alguns dos campos respectivos. Essa questão permite refletir sobre os critérios de avaliação do sistema de pesquisa e de pós-graduação, a fim de valorizar os impactos sociais e econômicos da pesquisa e o seu cadastro nesta plataforma.

Os resultados deste estudo indicam a potencialidade de utilização da Matriz CAHS e contribuem para: demonstrar a relevância da construção de programas permanentes e sólidos para apreender os processos de produção de conhecimento; promover a utilização dos resultados por formuladores, profissionais de saúde e população; e acompanhar os impactos progressivos do fomento à pesquisa governamental para maximizar o valor social da pesquisa.

## Referências

ADAM, P. *et al.* Assessment of the impact of a clinical and health services research call in Catalonia. **Research Evaluation**, v. 21, p. 319-328. 2012.

ANGULO-TUESTA, A.; SANTOS, L.M.P. Evaluation of the impact of maternal and neonatal morbidity and mortality research funded by the Ministry of Health in Brazil. **Research Evaluation**, v. 24, n. 1, p. 355-368. 2015.

AYMERICH, M. *et al.* Measuring the payback of research activities: a feasible ex-post evaluation methodology in epidemiology and public health. **Social Science and Medicine**, v. 75, p. 505-510. 2012.

BANZI, R. *et al.* Conceptual frameworks and empirical approaches used to assess the impact of health research: an overview of reviews. **Health Research Policy and Systems**, v. 9, p. 26. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde–Ministério da Ciência e Tecnologia. **Edital MCT/CNPq/SCTIE-Decit-MS n.º 036/2004**. Brasília, DF: 2004.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Biblioteca virtual em saúde**. Disponível em: <[bvmsms.saude.gov.br](http://bvmsms.saude.gov.br)>

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Plataforma Pesquisa Saúde**. Disponível em: <[pesquisasaude.saude.gov.br](http://pesquisasaude.saude.gov.br)>

\_\_\_\_\_. Presidência da República. **Lei n.º 12.527, de 18 de novembro de 2011**. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei no 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei no 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm).

BRUTSCHER, P.B.; WOODING, S.; GRANT, J. **Health research evaluation frameworks. an international comparison**. United Kingdom: Rand Europe. 2008. p. 74.

CADELL, A.J.; HATCHETTE, J.E.; MCGRATH, P.J. Examining the impact of health research facilitated by small peer-reviewed research operating grants in a Women's and Children's Health Centre. **BMC Research Notes**, v. 3, p. 107. 2010.

CANADIAN ACADEMY OF HEALTH SCIENCES - CAHS. **Panel on return on investment in health research. Making and impact: A preferred framework and indicators to measure returns on investment in health research**. Ottawa: Canada. 2009.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPq. **Plataforma Lattes**. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/>.

\_\_\_\_\_. (2002) Diretório dos Grupos de Pesquisa, <http://lattes.cnpq.br/censo>.

CORDERO, C. *et al.* Funding Agencies in low-and middle-income Countries: support for knowledge translation. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 86, p. 524-534. 2008.

GRAHAM, K. E. R. *et al.* Evaluating health research impact: development and implementation of the Alberta innovates - health solutions impact framework. **Research Evaluation**, v. 21, p. 354-367. 2012.

GUIMARÃES, R. *et al.* Defining and implementing a National Policy for Science, Technology, and Innovation in Health: lessons from the Brazilian experience. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 9, p. 1775-1785. 2006.

HANNEY, S. *et al.* Who needs what from a national health research system: lessons from reforms to the English department of health's R&D system. **Health Research Policy and Systems**, v. 8, 11. 2010.

HANNEY, S. *et al.* The impact on healthcare, policy and practice from 36 multi-project research programmes: findings from two reviews. **Health Research Policy and Systems**, v. 15, 26. 2017.

KOK, M.O. *et al.* Which health research gets used and why? An empirical analysis of 30 cases. **Health Research Policy and Systems**, v. 14, 36. 2016.

KURUVILLA, S. *et al.* Describing the impact of health research: a research impact framework. **BMC Health Services Research**, v. 6, 134. 2006.

MILAT, A.J. *et al.* Policy and practice impacts of applied research: a case study analysis of the New South Wales Health Promotion Demonstration Research Grants Scheme 2000–2006. **Health Research Policy and Systems**, v.11, 5. 2013.

NASON, E. *et al.* Evaluating health research funding in Ireland: assessing the impacts of the health research board of Ireland's funding activities. **Research Evaluation**, v. 20, n. 3, p. 193-200. 2011.

PANG, T. *et al.* Knowledge for Better Health - a conceptual framework and foundation for health research systems. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 81, n. 11, p. 815-820. 2003.

SANTOS, L. M. P. *et al.* Fulfillment of the Brazilian agenda of priorities in health research. **Health Research Policy and Systems**, v. 9, 35. 2011.

VAN DER WEIJDEN, I.; VERBREE, M.; VAN DEN BESSELAAR, P. From bench to bedside: the societal orientation of research leaders: the case of biomedical and health research in the Netherlands. **Science and Public Policy**, v. 39, p. 285-303. 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **World report on knowledge for better health: Strengthening Health Systems**. Geneva, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **The World Health Report 2013: research for universal health coverage**. Geneva, 2013.

# Evolução de coautorias do Programa Sisbiota Brasil

Denise de Oliveira<sup>1</sup>, Gabriel Fritz Sluzala<sup>2</sup>, Jackson Max Furtunato Maia<sup>3</sup>,  
Mariana Otero Cariello<sup>4</sup>, Márcia Aparecida de Brito<sup>5</sup> e Margareth Alves Carvalho<sup>6</sup>

## Resumo

A pesquisa tratada neste artigo é fruto da cooperação entre o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para a realização de análises exploratórias de dados de programas temáticos do CNPq. O foco é o primeiro edital do Programa Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade (Sisbiota Brasil), que busca gerar conhecimento de modo convergente e articulado. Por essa razão, utilizou-se como indicador a produção científica conjunta

## Abstract

*As a result of the cooperation between CGEE and CNPq to conduct exploratory data analyses of CNPq's thematic programs, this study focuses on the first call for proposals of the National Biodiversity Research System (Sisbiota Brasil). Considering that Sisbiota Brasil aims to produce knowledge in a convergent and integrated manner, we used the joint scientific production of networks as a measure of this integration. An analysis of complex networks for Curriculum Lattes data of group members was applied. These results showed an increase*

- 1 Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (UFRG) e analista em Ciência & Tecnologia (C&T) sênior do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
- 2 Bacharel em Engenharia de Computação (em andamento) pela Universidade de Brasília (UnB) e cientista de dados do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).
- 3 Doutor em Física pela Universidade de São Paulo (USP), analista em C&T sênior do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) e assessor técnico do CGEE.
- 4 Doutora em Ecologia pela UnB e analista em C&T sênior do CNPq.
- 5 Doutora em Ecologia pela UnB e analista em C&T sênior do CNPq.
- 6 Doutora em Tratamento da Informação Espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG) e analista em C&T Pleno 2 I do CNPq.

das redes de pesquisa e aplicou-se uma análise de redes complexas aos dados de currículos Lattes de membros de equipe. Os resultados revelam um incremento nas redes de coautorias e demonstram o potencial desta metodologia e suas possibilidades para aprimorar o acompanhamento e a avaliação de programas e políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) integrados em redes.

*in co-authorship of the networks and revealed the potential of this methodology to enhance monitoring and evaluation of network integrative programs and politics in Science, Technology and Innovation.*

**Palavras-chave:** Redes de pesquisa. Redes de coautorias. Biodiversidade. Gestão de CT&I.

**Keywords:** *Research networks. Co-authorship networks. Biodiversity. STI Management.*

## 1. Introdução

Criado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2009, o Programa Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade (Sisbiota Brasil) propôs-se a ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade no Brasil, País número um em biodiversidade no mundo. Conforme as diretrizes e os objetivos da Convenção sobre Diversidade Biológica, da qual o Brasil é signatário, bem como da Política Nacional de Biodiversidade - Decreto n.º 4339/2002 (BRASIL, 2002) -, esforços como o Sisbiota Brasil são imprescindíveis para ampliar o conhecimento, a conservação, a repartição de benefícios e o uso sustentável da biodiversidade brasileira (MMA, 2016). O programa vai ao encontro também das diretrizes da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, em que a biodiversidade é reconhecida como área estratégica e essencial para orientar o desenvolvimento ambientalmente sustentável (SILVA; MELO, 2001; MCT, 2002; MCT, 2006; MCT, 2007; MCT, 2010a; MCT, 2010b, MCTIC, 2016).

O Sisbiota Brasil foi pensado para alcançar amplo escopo geográfico e temático, com a integração das pesquisas e a complementaridade das ações já em andamento (por exemplo, PPBio, Peld, Bionorte, Renorbio, INCT, ComCerrado, Geoma), buscando ampliar a competência e o fomento à pesquisa no País, em direção a uma nova dimensão e um novo patamar para a pesquisa em biodiversidade, conforme o Documento base do programa (CNPq, 2010).

A criação do Sisbiota Brasil vai ao encontro da crescente tendência ao fomento às redes de pesquisa, com a abordagem de temas complexos, como os relacionados ao meio ambiente, à biodiversidade e à sustentabilidade socioambiental. A lógica de redes busca complementaridade

e sinergia entre grupos e instituições, de forma a atender aos novos requisitos de um tempo de convergência científica e tecnológica, potencializando conhecimentos e sua aplicação (SOUZA-PAULA; VILELLA, 2014), buscando atuar de forma predominantemente interdisciplinar e com múltiplos atores (VELHO, 2011).

Nessa direção, foi lançado o Edital MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT – Ação Transversal/FAPs n.º 47/2010 - Sisbiota Brasil, no formato de redes de pesquisa, com abrangência nacional (CNPq, 2010). Sua publicação teve como finalidades o fomento à associação e colaboração entre grupos de pesquisa, além da ampliação da capacidade de realização de trabalhos conjuntos e baseados em interesses convergentes e projetos comuns. Teve como objetivos, ainda, ampliar o conhecimento e o entendimento da biodiversidade brasileira; e melhorar a capacidade preditiva de respostas a mudanças globais, particularmente no que diz respeito às mudanças de uso e cobertura da terra e à mudança do clima. Nesse sentido, o edital associou pesquisas à formação de recursos humanos, educação ambiental e divulgação do conhecimento científico.

O Centro de Gestão em Estudos Estratégicos (CGEE) e o CNPq iniciaram, em 2017, um projeto piloto com as finalidades de aprimorar a avaliação da integração das redes de pesquisa aprovadas no referido edital e de explorar a aplicabilidade dos métodos do CGEE em temas reais de interesse do CNPq.

A iniciativa coaduna com os esforços do Centro no desenvolvimento de métodos e ferramentas capazes de abordar o desafio de transformar grandes massas de dados de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) em informação relevante para apoiar tomadas de decisão, com base em evidências. Da mesma forma, o projeto piloto foi concebido em consonância com a missão institucional do CNPq, em busca de aprimorar o sistema de acompanhamento e avaliação de programas e políticas de CT&I.

O estudo piloto buscou avaliar a evolução de coautorias entre os membros de equipe das 39 propostas de redes de pesquisa aprovadas no edital do Sisbiota Brasil, em período prévio e posterior ao programa, como um indicador da produção científica conjunta e do trabalho em rede.

## 2. Metodologia

Considerando-se que especial atenção deveria ser dada para a finalidade e a natureza da pesquisa que seria avaliada, o estudo teve início com uma prova de conceito, para definição da metodologia a ser escolhida, buscando associar uma análise qualitativa - ou seja, relacionada ao

modo como a integração das redes estava proposta pelo edital - à análise quantitativa referente ao estudo de coautorias (HICKS *et al.*, 2015).

## 2.1. Prova de conceito

A prova de conceito permitiu identificar a metodologia que seria seguida, levantando as necessidades de análise a partir de um processo simples de tomada de decisões baseada em evidências, que tem início com a definição de perguntas norteadoras.

Da elicitación inicial de requisitos, foram obtidas as seguintes perguntas norteadoras:

1. Os pesquisadores do Sisbiota Brasil passaram a ter maior produção científica conjunta após a integração ao programa?
2. Os bolsistas e alunos do Programa deram continuidade a sua formação e/ou adquiriram vínculo empregatício ou funcional, após a integração ao programa?
3. Houve a realização de pesquisas interdisciplinares, entendidas como abrangendo a integração de distintas áreas do conhecimento em torno de um problema de pesquisa?
4. Houve a formação de recursos humanos de modo interdisciplinar, abrangendo a participação de alunos e bolsistas na produção científica de distintas áreas do conhecimento, em torno de um problema de pesquisa?

A pergunta norteadora 1 foi escolhida para ser abordada ao longo da prova de conceito. Essa opção foi resultado de uma análise que levou em consideração o tempo disponível, a facilidade do acesso à base de dados e o atendimento ao principal objetivo do Sisbiota Brasil.

Como indicador de produção científica conjunta, optou-se por extrair dados de evolução de coautorias entre os pesquisadores e demais membros das 39 redes. Esse universo abrangeu os membros de equipe descritos nas propostas originais; além de bolsistas do CNPq e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), agregados posteriormente.

## 2.2. Processo de extração e limpeza dos dados

O projeto piloto contou com a utilização de dados da Plataforma Integrada Carlos Chagas referentes aos membros de equipe, por meio de planilhas extraídas do formulário eletrônico de submissão das propostas de pesquisa, bem como da folha de pagamento das bolsas implementadas, fornecidas pela Coordenação de Suporte às Atividades Operacionais (Cosao) no CNPq. As planilhas de bolsistas de mestrado, doutorado e pós-doutorado da Capes foram fornecidas pela Diretoria de Programas e Bolsas no País (DPB/Capes).

Esse processo de aquisição de dados resultou em 2.275 registros de membros de equipe, dos quais foram extraídos identificadores do currículo Lattes (ID Lattes). Posteriormente, verificou-se que os projetos detalhados em anexo ao formulário eletrônico continham mais pesquisadores e colaboradores das redes de pesquisa, sendo necessária uma revisão de todos os documentos para a contagem completa. Essa etapa, realizada manualmente, resultou em aproximadamente 3 mil membros de equipe, que estão sendo alvo de novos estudos quanto à evolução de coautorias e serão tema de publicação posterior.

O método escolhido para a análise exploratória dos dados foi o de análise de redes complexas (NEWMAN, 2010). Várias de suas métricas são implementadas para uso em dados de currículos Lattes na ferramenta Insight Net, desenvolvida no CGEE para uso conjunto com a plataforma de visualização de redes Gephi. No contexto de redes adotado, cada nó correspondeu a um currículo, entendido aqui como o conteúdo de publicações de um pesquisador, e as arestas, por sua vez, identificaram relações de coautoria entre pares de pesquisadores. A quantidade de tais coautorias determinou os pesos das arestas.

Como critério de contagem de coautorias, usou-se o número de arestas (ou “grau”, no jargão da área de análise de redes), como forma de minimizar ambiguidades inerentes a diferentes critérios de contagem, tais como número de coautores ou de publicações em coautoria. Note-se que qualquer dos três critérios tem ambiguidades inerentes; a escolha do grau foi considerada mais adequada para a pergunta norteadora escolhida, por ser uma medida direta de colaboração. Para efeito da determinação de uma coautoria, considerou-se apenas a produção presumivelmente revisada por pares: artigos de periódicos, artigos completos em congressos e capítulos de livros.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Plano de trabalho básico para avaliações de resultados

A partir dos tempos despendidos pelas duas equipes de trabalho (CGEE e CNPq), da identificação de escopos típicos para a realização de avaliações de resultados no CNPq e das necessidades de capacitação da equipe envolvida na prova de conceito, foi elaborado, em conjunto, uma proposta de plano de trabalho básico, incluindo prazos que, presume-se, podem ser adaptados para iniciativas semelhantes em outros contextos no CNPq.

O plano de trabalho abrangeu:

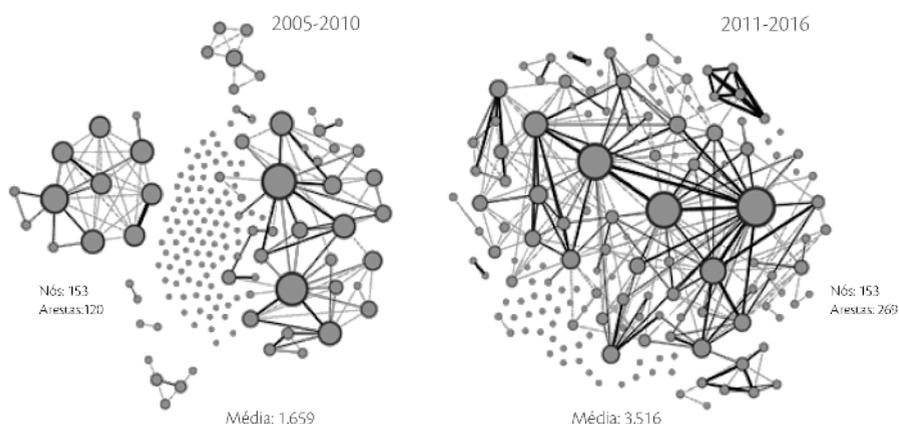
- Oficina sobre ferramentas bibliométricas de análises de dados científicos (20 dias após o início das atividades de elicitação e refinamento de perguntas norteadoras);
- Definição do processo específico de análise de dados para o programa e elaboração de plano de atividades (30 dias após o início);
- Extração, tratamento e limpeza dos dados (75 dias após o início);
- Análise exploratória dos dados (90 dias após o início);
- Consolidação da metodologia específica de avaliação do programa (110 dias após o início);
- Elaboração de plano de comunicação dos resultados (120 dias após o início); e
- Documento descritivo dos resultados obtidos (140 dias após o início).

Após a primeira oficina, cada bloco de análise (passos 2-7), em princípio, pode ser realizado em 120 dias. Eventuais processos de monitoramento, desde que empregada a mesma metodologia, podem ocorrer em tempo consideravelmente menor. Além das metas e do cronograma propostos anteriormente, a prova de conceito da análise de resultados do Sisbiota Brasil também foi importante para a preparação do evento de capacitação direcionado a analistas do CNPq, que o CGEE organizou em dezembro de 2017.

### 3.2. Redes de coautorias - Resultados iniciais

Para cada projeto, foram geradas redes de coautoria, considerando a produção dos seus membros entre 2005 e 2010 e entre 2011 e 2016. Os dois períodos foram escolhidos para efeito de comparação entre as produções publicadas desde o lançamento do edital do Sisbiota Brasil até 2016 e no intervalo simétrico anterior.

Tomando como exemplo o projeto “Diversidade de Campos Sulinos”, pode-se notar um expressivo aumento da média de coautorias, conforme representado na Figura 1:

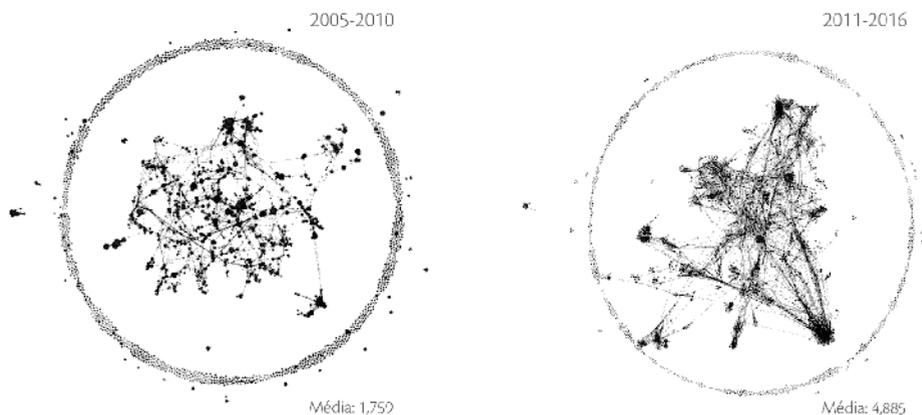


**Figura 1.** Evolução das coautorias da Rede Campos Sulinos

Fonte: Equipe CGEE-CNPq.

A comparação de dados de coautoria de artigos publicados em periódicos, de capítulos de livros e de resumos de trabalhos completos apresentados em eventos científicos - no período anterior ao Programa Sisbiota Brasil, entre 2005 e 2010, e no período a partir da implementação dos projetos, entre 2011 a 2016 - mostra que houve um aumento em coautorias, de 2.875 para 6.279, considerando-se o conjunto das redes de pesquisa.

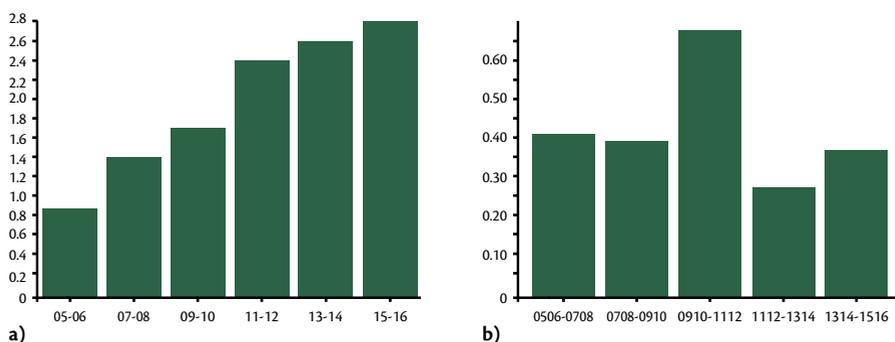
Desse modo, para o conjunto completo de 39 projetos, houve uma variação do grau médio, de 1,759 para 4,885, nos períodos 2005-2010 e 2011-2016, respectivamente, como representado na Figura 2:



**Figura 2.** Coautorias entre os membros das redes de Pesquisa do Programa Sisbiota Brasil, nos períodos anterior (2005 a 2010) e posterior (2011 a 2016) ao edital

Fonte: Equipe CGEE-CNPq.

Apesar de promissor, esse resultado não pode ser atribuído, isoladamente, ao Programa Sisbiota Brasil. Dividindo-se o período completo (de 2005 a 2016) em biênios, é possível observar um crescimento natural no número de coautorias, mesmo antes do início do programa, como demonstra o histograma da Figura 3a:



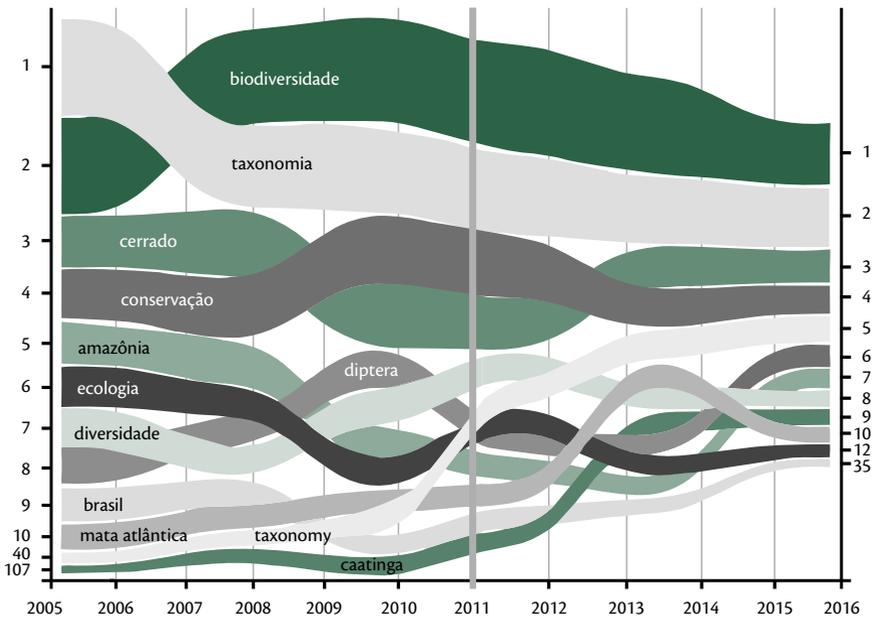
**Figura 3.** a) Histograma do crescimento do número de coautorias das 39 redes de pesquisa; e b) Histograma da diferença entre biênios (o código 0506 representa o biênio 2005-2006 e assim sucessivamente)

Fonte: Equipe CGEE-CNPq.

Para isolar os efeitos desse crescimento basal, foi produzido o histograma das diferenças entre dois biênios, ao longo dos 12 anos considerados (Figura 3b), que mostra claramente um aumento de taxa de crescimento na diferença entre o biênio 2009-2010 e o biênio 2011-2012, ou seja, imediatamente antes e depois do lançamento do Sisbiota Brasil.

A análise de causalidade, necessária em um estudo mais completo, estava fora do escopo da prova de conceito, mas esse resultado sugere que o lançamento do programa teve um efeito positivo e induziu o aumento da formação de redes de pesquisa.

Para testar os possíveis efeitos do Sisbiota Brasil na produção científica relacionada a diferentes temas de pesquisa, também foram levantadas curvas de crescimento de palavras-chave empregadas nos artigos. A Figura 4 mostra as frequências de palavras-chave por ano, considerando apenas as evoluções das 10 mais frequentes no início do período de estudo e das 10 mais frequentes em 2016:



**Figura 4.** Curvas de crescimentos das palavras chaves mais frequentes em 2005 e 2016

Fonte: Equipe CGEE-CNPq.

Para a elaboração da Figura 4, não foram excluídas multiplicidades de palavras-chave obtidas de artigos em coautoria. Portanto, existe um possível viés de frequência para temas que tenham

artigos com muitos coautores. Além disso, evitou-se deliberadamente juntar palavras-chave de mesmo significado em idiomas distintos, para evidenciar diferenças entre publicações nacionais e internacionais.

“Mata atlântica”, “caatinga” e “*taxonomy*” tiveram evidente crescimento (as duas primeiras, após o lançamento do edital). O aumento da última, por sua vez, não pode ser considerado como correlato ao Sisbiota Brasil, mas pode estar associado ao lançamento de outros editais, como o do Programa de Capacitação em Taxonomia (Protax) ou do Programa Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira (Reflora).

Também foram realizados testes para identificar se redes que receberam financiamentos anteriores apresentavam resultados diferentes de evolução de coautorias, se comparadas àquelas criadas a partir do lançamento do Sisbiota Brasil. Em uma primeira análise, não houve diferença aparente. O aumento de frequência da palavra-chave “*taxonomy*” deixa claro que esse tipo de estudo não pode prescindir de dados de outros programas com atuações temáticas similares, se o objetivo for isolar impactos de um programa sob estudo. Dados de outros programas serão adquiridos em trabalhos subsequentes.

De modo geral, todos os projetos tiveram aumento médio no número médio de coautorias. O desempenho menos expressivo correspondeu a uma elevação de 30% entre os períodos selecionados. O de maior avanço apresentou aumento de mais de 1100% no número médio de coautorias, relacionado a um grupo de pesquisa reunido em torno de proposta nova para financiamento integral pelo edital.

## 4. Considerações finais

O estudo preliminar das redes do Sisbiota Brasil identificou: caminhos promissores para análises futuras de redes de pesquisa; bases de dados e ferramentas relevantes para avaliações de resultados de programas temáticos; e aspectos a serem aprimorados nos futuros formulários de submissão de propostas e relatórios de acompanhamento e avaliação do CNPq. Também como consequência da prova de conceito, foi possível elaborar um plano de trabalho e cronograma básicos a serem adaptados a casos semelhantes.

O aprofundamento do estudo de coautorias está em andamento, por meio da nova planilha de membros de equipe resultante da busca manual em formulários específicos do Sisbiota Brasil. Essa necessidade de busca manual reflete uma limitação dos formulários eletrônicos de

submissão de propostas do CNPq, assim como a ausência de instrumentos na Plataforma Carlos Chagas que possibilitem o envio simultâneo de uma proposta de rede de pesquisa e individualmente de seus projetos associados.

A submissão de propostas em rede necessita ser aprimorada, de modo tanto a aprimorar os formulários eletrônicos como a permitir que diferentes coordenadores submetam simultaneamente projetos ligados a uma mesma rede, facilitando, assim, tanto o gerenciamento por parte dos pesquisadores como a extração de dados para análises por parte do CNPq, conforme os princípios de manter a coleta de dados e os processos analíticos abertos, transparentes e simples (HICKS *et al.*, 2015).

Os resultados alcançados neste estudo piloto sugerem que o Edital MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT – Ação Transversal/FAPs n.º 47/2010 - Sisbiota Brasil (CNPq, 2010) contribuiu para o alcance do objetivo do programa relacionado a fomentar a articulação e a colaboração dos pesquisadores, aqui medidas pela produção conjunta. Da mesma forma, o presente estudo indica que o edital fortaleceu a realização de trabalhos integrados e convergentes. As próximas etapas do estudo conjunto entre o CGEE e o CNPq preveem o aprofundamento das análises de dados, a fim de verificar, em especial, questões relacionadas à integração do Sisbiota Brasil com outros programas de pesquisa em Biodiversidade e à formação de recursos humanos

## Referências

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: síntese das conclusões e recomendações**. Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, 2006. 298 p.

BRASIL. **Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento nacional** – Plano de Ação 2007-2010. Brasília: 2007.

BRASIL. **Livro azul** da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010a. Disponível em: [https://www.cgее.org.br/documents/10195/734063/livroAzul\\_digital\\_18jan2011\\_6990.pdf/68c79d24-d589-42f5-ac66-4d6d728f9691?version=1.3](https://www.cgее.org.br/documents/10195/734063/livroAzul_digital_18jan2011_6990.pdf/68c79d24-d589-42f5-ac66-4d6d728f9691?version=1.3).

BRASIL. **Livro branco: Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002. 80 p.

BRASIL. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação**. Principais Resultados e Avanços 2007-2010. Dez. 2010b.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCT&I. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016 – 2022**. Brasília: 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Brasil: 5.º Relatório Nacional para a Convenção Sobre Diversidade Biológica**. Coord. Carlos Alberto de Mattos Scaramuzza. Brasília, 2016.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto** no 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4339.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm).

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq. **Editais MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT - Ação Transversal/FAPs Nº 47/2010**. Disponível em: [http://memoria.cnpq.br/chamadas-publicas;jsessionid=EB5D8EDB07853E9D4B45EAD0B91E5FCD?p\\_p\\_id=resultadosportlet\\_WAR\\_resultadoscnpqportlet\\_INSTANCE\\_oZaM&filtro=resultados&detalha=chamadaDivulgada&idDivulgacao=399](http://memoria.cnpq.br/chamadas-publicas;jsessionid=EB5D8EDB07853E9D4B45EAD0B91E5FCD?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_oZaM&filtro=resultados&detalha=chamadaDivulgada&idDivulgacao=399). Acesso em 23 abril de 2017.

HICKS *et al.* The Leiden Manifesto for research metrics. **Nature**, v. 520, p. 429-431, 2015. Disponível em: <http://www.nature.com/news/bibliometrics-the-leiden-manifesto-for-research-metrics-1.17351>. Acesso em: 02 fevereiro de 2018.

MAIA, J.M.F.; LADEIRA, A.V.G.C.; VILLELA, A.B.C.; CAGNIN, C.H. Análise de redes e FTA para uma avaliação estratégica dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia. **Parcerias Estratégicas**, v. 20, n. 40, p. 101-123, 2015. Disponível em: [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/752/690](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/752/690).

NEWMAN, M.E.J. **Networks: An Introduction**. Oxford: Oxford University Press, 2010. 720 p.

SILVA, C.G.; MELO, L.C.P. **Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira – Livro verde**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia / Academia Brasileira de Ciências, 2001. 250 p.

SOUZA-PAULA, M.C.; VILLELA, A.B.C. Programas nacionais de ciência e tecnologia: dos indivíduos às redes. **Parcerias Estratégicas**, v. 19, n. 39, p. 143-159, 2014. Disponível em: [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/747/685](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/747/685).

VELHO, L. **Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação**. *Sociologias*, v. 13, n. 26, Porto Alegre, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-45222011000100006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-45222011000100006&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 13 dez. 2017.

# PPSUS/RS: um estudo sobre avaliação de impacto usando abordagem quase-experimental

Marilene Bertuol Guidini<sup>1</sup>, Luciana Calabrô<sup>2</sup>, Eduardo Pontual Ribeiro<sup>3</sup>,  
Odir Antônio Dellagostin<sup>4</sup> e Diogo Onofre Gomes de Souza<sup>5</sup>

## Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do programa PPSUS/RS, edição 2013/2015, sobre a produção científica e acadêmica de pesquisadores apoiados e sua importância como foco de política pública. Foram comparadas a evolução de artigos publicados e a formação de mestres e doutores em dois grupos: um que recebeu apoio do programa (grupo tratado) e outro, que buscou apoio mas não foi selecionado (grupo de controle), nos

## Abstract

*The objective of this study was to evaluate the impact of the PPSUS/RS program, edition 2013/2015, on the scientific and academic production of supported researchers and its importance as a focus of public policy. We compared the evolution of published articles and the training of masters and doctors in two groups: one who received support from the program (the treated group) and another, who sought support but was not selected (the control group) in*

- 1 Graduada em Ciências Econômicas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Mestre em Ciências Contábeis (Unisinos) e doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). É assessora técnica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado Rio Grande do Sul (Fapergs) e professora na Faculdade Monteiro Lobato.
- 2 Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestre e doutora em Educação em Ciências pela UFRGS. É bolsista PNPd e professora colaboradora do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciência na UFRGS.
- 3 Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre e doutor em Economia (Ph.D.) pela University of Illinois. É professor associado do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e conselheiro no Tribunal do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE).
- 4 Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEl). Doutor e pós-doutor em Biologia Molecular pela University of Surrey - Inglaterra. É professor da UFPEl, pesquisador nível 1A do CNPq, membro titular da Academia Brasileira de Ciências e presidente da Fapergs.
- 5 Graduado em Medicina pela Universidade Católica de Pelotas (UCPel). Mestre e doutor pela UFRJ. É professor titular da UFRGS, pesquisador nível 1A do CNPq e membro titular da Academia Brasileira de Ciências.

quinquênios 2008/12 e 2013/17. Empregando o método de diferenças-em-diferenças, que permite a construção de contrafactuais para o grupo tratado, foi possível identificar o impacto do PPSUS/RS na produção científica e acadêmica dos pesquisadores apoiados. Por meio da regressão linear, obteve-se a significância estatística desse impacto. Conclui-se que o programa teve efeito positivo, em média, para artigos completos publicados e mestrados concluídos orientados pelos pesquisadores apoiados, com baixa significância estatística.

**Palavras-chave:** Avaliação de impacto. Quase-experimental. PPSUS/RS.

*the five-year periods 2008/12 and 2013/17. Using the difference-in-differences method, which allows the construction of counterfactuals for the treated group, it was possible to identify the impact of PPSUS / RS on the scientific and academic production of the researchers supported. By means of linear regression, the statistical significance of this impact was obtained. It is concluded that the program had a positive effect, on average, for published full papers and completed master's degrees guided by the researchers with low statistical significance.*

**Keywords:** Impact evaluation. Quasi-Experimental. PPSUS/RS.

## 1. Introdução

No Brasil, a importância de pesquisas científicas e tecnológicas tem muita influência do ambiente acadêmico. Para que os governos apoiem atividades de pesquisa, seus benefícios devem se estender para além das próprias pessoas ou instituições que as realizaram. Segundo Pietroski (2017), um dos mais graves problemas enfrentados pelo Estado é a ausência de uma tradição de monitoramento e avaliação das políticas públicas. Neste sentido, torna-se necessário avaliar o impacto gerado pelo apoio governamental e seus efeitos no ambiente beneficiado. A avaliação dos impactos de programas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) permite às agências de fomento conhecer os resultados alcançados com o apoio, bem como contribuir para o manejo dos escassos recursos de fomento ao apontar indicadores a serem utilizados na tomada de decisões; áreas de pesquisa com necessidade imediata de maior apoio; e formas de apoio mais eficazes.

Recentemente, a literatura sobre avaliação de impacto das intervenções tem ganhado espaço no debate sobre a efetividade das políticas públicas. Salles Filho *et al.* (2011) comentam que, em estudos sobre o assunto, a pergunta que se deve fazer é: “Dadas duas medidas de um determinado indicador, pré e pós, a variação observada seria por causa do programa?” Isto nos leva a uma questão de contrafactual: “Esta variação teria ocorrido, ou teria sido a mesma, se não

houvesse o programa?” Para isolar o efeito das intervenções, a forma mais natural é observar os mesmos indicadores em uma população semelhante, que não foi apoiada. Ao facilitar o entendimento sobre como os efeitos da intervenção alteram o contexto de CT&I, a avaliação de impacto possibilita a reformulação do modelo adotado, contribuindo para seu aperfeiçoamento.

O presente artigo apresenta os resultados de uma avaliação do impacto do Programa de Pesquisa para o Sistema Único de Saúde: gestão compartilhada em saúde no Rio Grande do Sul (PPSUS/RS), edição 2013/2015, em indicadores quantitativos de produção científica e acadêmica. O PPSUS é uma iniciativa do Ministério da Saúde (MS) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em parceria com as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP) e as secretarias estaduais da saúde (SES). As FAPs de cada estado lançam, de modo descentralizado, chamadas públicas (BRASIL, 2017) com a finalidade de convidar pesquisadores para a apresentação de projetos de pesquisas. As chamadas atendem, assim, ao objetivo do PPSUS de apoiar financeiramente atividades de pesquisa que visem a promover o desenvolvimento científico, tecnológico e inovador, com aplicabilidade no Sistema Único de Saúde (SUS) (FAPERGS, 2013).

## 2. Avaliação de impacto de políticas públicas em CT&I e o PPSUS/RS

### 2.1. Avaliação de impacto de políticas públicas em CT&I

O principal propósito de uma avaliação de impacto, conforme Peixoto *et al.* (2016), está relacionado às “diferenças entre a situação dos participantes do projeto após terem participado e à situação em que estariam, caso não tivessem tido acesso a ele” (p.16), ou seja, ao contraste entre duas situações: uma real e outra hipotética. Para Furtado (2005), a avaliação de impactos mede a intensidade das mudanças ocorridas, a fim de indicar se o programa tem efeitos positivos no ambiente em que houve a intervenção. Neste sentido, os formuladores de políticas públicas partem do pressuposto de que a decisão de investir em CT&I deverá gerar impacto positivo, com benefícios para, ao menos, uma parcela da sociedade.

Quando se compreende como a intervenção altera o contexto de CT&I, a avaliação de impacto possibilita a reformulação da política adotada, contribui para o aperfeiçoamento do programa e colabora com o empenho da transparência nos gastos públicos. A avaliação pode ser desdobrada em qualitativa ou quantitativa e pode ser dividida em *ex-ante* e *ex-post-facto*. A análise *ex-ante*

busca prever os resultados que a intervenção teria, enquanto a *ex-post-facto* estima o impacto atribuído à intervenção (RODRIGUES *et al.*, 2010).

A avaliação de impacto quantitativa baseia-se no conceito de contrafactual, isto é, considera o que ocorreria ao objeto da avaliação na inexistência da intervenção. Para isso, estima-se um contrafactual por meio de um grupo controle. Porém, nesse tipo de avaliação, há dificuldade em encontrar um grupo controle adequado para comparação com o grupo tratado, que recebeu a intervenção. Para a construção de um grupo controle adequado, é necessário encontrar um conjunto de agentes que possuem características similares ao grupo tratado, mas que não tenham participado da intervenção. Esse mecanismo tem por objetivo separar o efeito da intervenção sobre os resultados de outras mudanças que ocorreram no período de tempo analisado e podem confundir-se entre si (PEIXOTO *et al.*, 2016).

Entre os trabalhos que tratam sobre avaliação de impacto de políticas voltadas para programas de fomento e com metodologias semelhantes, destacam-se: Salles Filho *et al.* (2011) e de Noronha *et al.* (2014).

## 2.2. Chamada Fapergs/MS/CNPq/SESRS n. 02/2013 – PPSUS/RS – 2013/2015

A Chamada nº 02/2013 - PPSUS/RS consiste em um programa de fomento à pesquisas nas áreas da saúde e é resultado de uma parceria da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs) com o Ministério da Saúde (MS), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Secretaria Estadual da Saúde (SES) do Rio Grande do Sul, por intermédio da Escola de Saúde Pública (FAPERGS, 2013).

O público-alvo envolve mestres ou doutores – de instituições de ensino superior ou de pesquisa, públicas ou privadas, sem fins lucrativos e sediadas no Rio Grande do Sul – interessados em apresentar propostas de pesquisa que promovam o desenvolvimento científico, tecnológico e/ou de inovação da área de saúde. Os temas pesquisados devem ser prioritários para o Estado do Rio Grande do Sul e ter aplicabilidade no Sistema Único de Saúde (SUS). Os objetivos do programa são: (1) financiar pesquisas em temas prioritários para a saúde da população brasileira; (2) contribuir com o aprimoramento do SUS; e (3) promover o desenvolvimento científico e tecnológico em saúde em todos os estados da Federação.

O total de recursos aportados nesta Chamada para capital e custeio foi de R\$ 7,43 milhões, sendo R\$ 4,5 milhões do Ministério da Saúde e R\$ 2,93 milhões da Fapergs. A demanda global foi de 198 propostas enquadradas, 168 qualificadas para julgamento de mérito e, destas, 91 aprovadas (FAPERGS, 2017). A chamada apresentava duas faixas de financiamento: Faixa A, exclusiva para mestres e com limite de propostas até R\$ 50 mil; e Faixa B, exclusiva para doutores, limitada a R\$ 150 mil. Foram destinados R\$ 2 milhões para Faixa A e R\$ 5,43 milhões para a Faixa B.

### 3. Procedimentos metodológicos

A metodologia de quase-experimento requer a utilização de modelos estatísticos que permitam estimar os efeitos do PPSUS/RS nos grupos tratados em relação aos não tratados (controle). O método de diferenças-em-diferenças e modelos de regressão linear são adequados para esse tipo de modelagem.

Esta pesquisa foi de natureza aplicada, com abordagem quase-experimental, quantitativa e explicativa (GIL, 1999). O método utilizado foi o de diferenças-em-diferenças (DD), que consiste em comparar a variação no indicador antes e depois da intervenção para o grupo de tratamento (que sofreu a intervenção), com a variação observada para o grupo de controle (sem intervenção) (FOGUEL, 2016). O DD baseia-se na hipótese de que, na ausência do tratamento, os resultados médios para os grupos de tratados e de controle evoluiriam em trajetórias paralelas ao longo do tempo.

Desse modo, para obter o efeito médio do tratamento sobre os tratados, utiliza-se a evolução temporal do grupo de controle como contrafactual para a evolução que o grupo de tratamento teria apresentado (SALLES FILHO *et al.*, 2011; NORONHA *et al.*, 2014; FOGUEL, 2016).

Dito de outra forma, o efeito médio do tratamento é estimado por meio do que a literatura de avaliação denomina como dupla diferença, ou seja: primeiramente, obtêm-se as diferenças nas médias de resultado (artigos completos em periódicos e orientações de teses e dissertações) entre os dois períodos para cada grupo; e, então, toma-se a diferença dessas diferenças. Esta pesquisa realizou também uma regressão linear, para testar se há significância estatística nas diferenças de médias encontradas.

A seleção da amostra dos estudos do grupo de pesquisadores apoiados e do grupo de pesquisadores controle é central para a análise. O objetivo é buscar, idealmente, unidades de

estudo (pesquisadores, neste caso) aleatoriamente selecionadas para grupos de tratamento e controle. Na ausência desta aleatorização, busca-se, ao menos, reproduzir seus efeitos, ao obter grupos de tratamento e controle com características observadas similares.

A seleção do grupo controle baseou-se em informações coletadas da ata de reunião do comitê gestor do programa, na qual constavam: as 168 propostas qualificadas e julgadas quanto ao mérito técnico-científico e a relevância sócio sanitária; a homologação do resultado da Comissão de Especialistas; e a análise orçamentária dos projetos que, por fim, são ranqueadas por notas e aprovadas até o limite de recursos financeiros disponíveis para apoio.

O grupo controle foi formado pelos primeiros 30 pesquisadores (ordenados a partir da nota do ranking) que não foram apoiados e listados após o grupo que foi financiado pelo PPSUS (FAPERGS, 2017). A seleção do grupo tratado, por sua vez, baseou-se nos 30 últimos pesquisadores do *ranking* de aprovados, ou seja, que celebraram contrato e receberam recursos. Optou-se pelos últimos 30 aprovados para obter um grupo tratado similar ao grupo controle no que diz respeito à nota obtida.

Uma busca no currículo Lattes de cada membro da amostra de 60 pesquisadores permitiu identificar sua produção científica (número de artigos completos publicados em periódicos) e acadêmica (orientações concluídas de mestrado e doutorado). Os períodos analisados foram o quinquênio anterior (2008 a 2012) e posterior (2013 a 2017) ao lançamento da Chamada Pública PPSUS/RS n.º 02/2013 (FAPERGS, 2013). Foram escolhidos como variáveis artigos e orientações, em razão desses elementos serem factíveis de comparação entre grupo tratado e grupo controle.

Com base nessas variáveis, foi elaborado um conjunto de hipóteses associadas à avaliação dos possíveis efeitos do PPSUS/RS, edição 2013/2015.

- **Hipótese 1** – O PPSUS/RS incrementa as publicações de artigos completos em periódicos dos pesquisadores que receberam apoio em maior quantidade que aqueles que concorreram, mas não receberam apoio.
- **Hipótese 2** – Os pesquisadores do PPSUS/RS formaram mais mestres e doutores na área da saúde que os pesquisadores que não entraram no programa.

Para a hipótese 1, parte-se da premissa de que o processo de inovação (neste caso, em tecnologias de saúde) depende e gera conhecimento científico. Desta forma, o programa, ao incentivar inovações tecnológicas, geraria itens de produção científica, na forma de artigos completos. Para a hipótese 2, parte-se da premissa de que o PPSUS possibilita o trabalho em equipe; favorece

a formação de recursos humanos e grupos de pesquisa; e estimula o trabalho colaborativo, conforme critérios definidos na chamada.

Para verificar se o efeito do programa tem significância estatística, foi utilizado o modelo de regressão linear. Para cada uma das variáveis de análise (artigos publicados, teses e dissertações), denominadas  $Y$ , foi estimado o tradicional modelo de regressão de diferenças em diferenças (FOGUEL, 2016)

$$Y_{it} = \alpha + \beta \text{ Tratamento}_i + \theta \text{ Pós}_t + \gamma (\text{Tratamento}_i * \text{Pós}_t) + U_{it} \quad (1),$$

onde *Tratamento*: variável indicadora da participação no programa (assume valor 1 se o pesquisador pertence ao grupo PPSUS/RS e 0 se for do grupo controle); *Pós*: variável indicadora do quinquênio posterior ao lançamento da chamada pública; e  $U$ : o erro da regressão, suposto aleatório. O coeficiente  $\gamma$  indica o efeito tratamento pela metodologia de diferenças em diferenças. Foram utilizados Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para a estimação dos parâmetros (GUJARATI, 2000) e o *software Microsoft Office Excel* 2010 para tratamento dos dados.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1. Perfil da amostra

Dos 60 pesquisadores que compõem a amostra, 30 são do grupo tratamento (T) e 30 são do grupo controle (C), sendo:

- Sexo: nos dois grupos, percebe-se a predominância de mulheres
  - Feminino (42 no total; 23 no grupo tratamento; 19 no grupo controle)
  - Masculino (18 no total; 7T; 11C)
- Titulação: o grupo de tratamento possui uma quantidade maior de mestres, embora em pequena diferença
  - Doutores (52 total; 24T; 28C)
  - Mestres (8 total; 6T; 2C)

- Vínculo institucional
  - Instituições públicas (46 total; 20T; 26C)
  - Instituições privadas (14 total; 10T; 4C)
- Bolsista de produtividade CNPq, por nível: a maioria não é bolsista, em proporções similares entre os dois grupos
  - Nível 1 (10 total; 4T; 6C)
  - Nível 2 (8 total; 6T; 2C)
  - Não bolsistas (42 total; 20T; 22C)

As diferenças quantitativas são pequenas a ponto de não se rejeitar a hipótese estatística de balanceamento das amostras com relação às características observadas (resultados dos testes disponíveis com os autores). Isto sugere que as amostras são balanceadas nos dois grupos e não poderiam influenciar o resultado (FOGUEL, 2016).

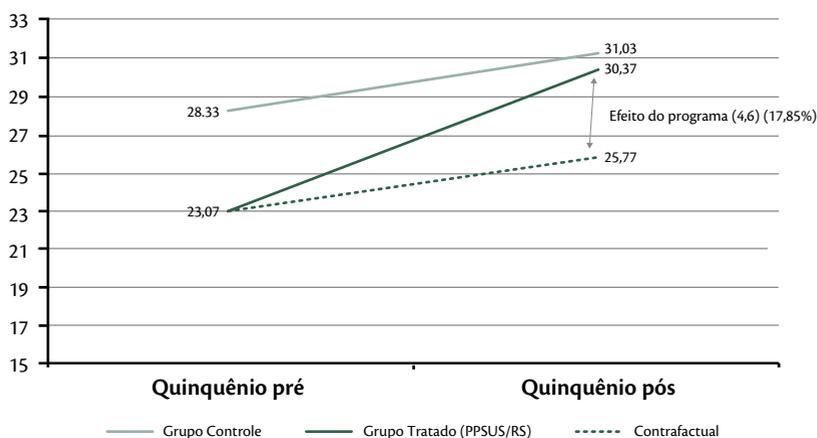
## 4.2. Resultados das estimativas de diferenças-em-diferenças para as variáveis pesquisadas

### 4.2.1. Variável número de artigos completos publicados

A publicação científica, produto final da atividade do pesquisador, socializa o conteúdo científico, além de destacar o trabalho de um indivíduo, grupo ou instituição. Um artigo publicado aumenta a possibilidade de obtenção de recursos para projetos nos quais o pesquisador está inserido e proporciona que novos talentos e/ou descobertas científicas e tecnológicas sejam inseridos na sociedade e tragam benefícios à população.

A Figura 1 ilustra as variações no número de artigos publicados, em média, entre o quinquênio pré e pós programa. O contrafactual representa o que teria acontecido caso o grupo tratado não tivesse recebido o apoio do PPSUS/RS. Assim, o grupo controle e o contrafactual têm trajetórias paralelas no transcorrer do tempo, conforme hipótese do método utilizado (FOGUEL, 2016). Percebe-se, então, que o impacto médio do programa sobre o número de artigos publicados dos pesquisadores apoiados é medido pela diferença entre o grupo tratado e o contrafactual (observado com o grupo controle).

O grupo tratado obteve 4,6 artigos publicados a mais do que o grupo controle ao longo do período analisado. No quinquênio pós PPSUS/RS essa diferença representava 17,85%, conforme Figura 1.



**Figura 1.** Efeito do PPSUS/RS sobre a média do número de artigos publicados grupo controle *versus* grupo tratado

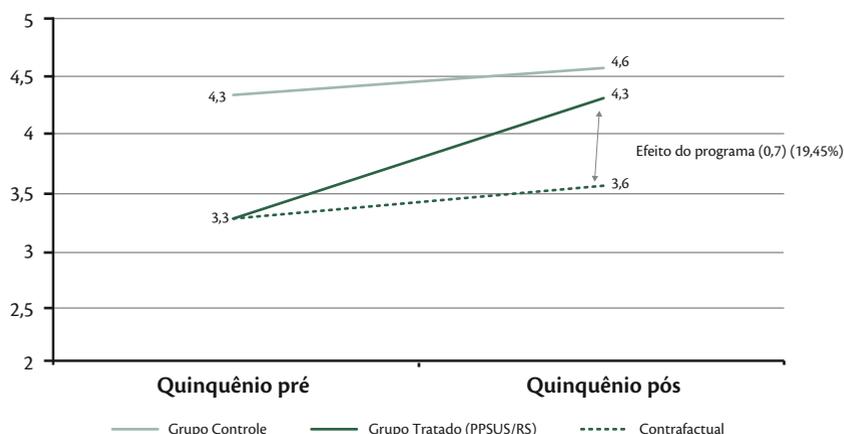
Fonte: Elaborado pelo autor, dados da pesquisa (2018).

Na comparação entre os dois resultados, nota-se que os pesquisadores não apoiados apresentaram, no quinquênio pós-tratamento, um nível médio de publicações de artigos completos ligeiramente maior em relação ao quinquênio anterior (2,7 artigos). Por outro lado, para os pesquisadores apoiados, observou-se um aumento no nível médio de publicações de artigos de um período para outro (4,6 artigos), ou seja, o aumento foi quase duas vezes maior, se comparado ao do grupo de controle.

Assim, os resultados sugerem que os pesquisadores que tiveram acesso ao apoio do PPSUS/RS conseguiram elevar o volume de publicações de artigos completos em periódicos. Portanto, há indícios de que houve impacto positivo na produção científica dos pesquisadores que obtiveram apoio do PPSUS/RS edição 2013/2015, em média, de 17,85%.

#### 4.2.2. Variável do número de orientações concluídas de mestrado e doutorado

Os resultados relativos às orientações de mestrado concluídas (produção acadêmica) são observados na Figura 2.



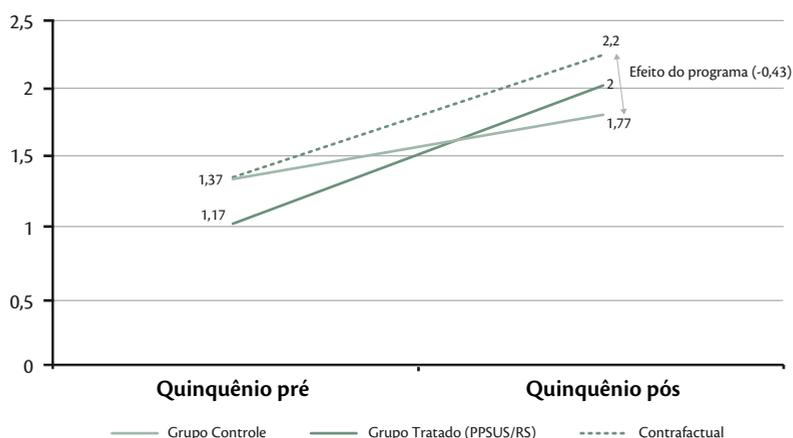
**Figura 2.** Efeito do PPSUS/RS sobre a média de orientações de mestrado concluídas

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa (2018).

A Figura 2 mostra que o grupo tratado, no quinquênio anterior ao apoio, tinha em média, uma orientação de mestrado concluída a menos que o grupo controle. No quinquênio posterior, esse mesmo grupo passou a ter uma orientação a mais em comparação ao outro período. Já o grupo controle, que não obteve apoio, teve, em média, um aumento de 0,3 de orientações de mestrado concluídas.

Pode-se inferir que, para os pesquisadores apoiados, há um efeito líquido positivo. Após o apoio, o aumento da produção acadêmica foi superior àquele observado no grupo de controle. Visto de outra forma, o contrafactual mostra que, em média, o grupo tratado teria 3,6 dissertações defendidas no período pós-tratamento, caso não tivesse recebido o apoio. O impacto médio do PPSUS/RS sobre o desempenho de orientações concluídas de mestrado para o grupo tratado foi de 0,7 dissertações defendidas a mais que o grupo controle no período analisado, em média.

No quesito orientação concluída de doutorado, verifica-se na Figura 3 a trajetória dos grupos tratado e controle, respectivamente, antes e depois do programa. Percebe-se que a trajetória do contrafactual foi superior à do grupo tratado, isto é, mostra como seria o comportamento do grupo tratado caso não tivesse a intervenção do PPSUS/RS.



**Figura 3.** Efeito do PPSUS/RS sobre a média de orientações concluídas de doutorado

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados da pesquisa (2018).

Para esta variável (orientações concluídas de doutorado) o impacto do Programa PPSUS/RS, edição 2013/2015, foi negativo em -0,43, se comparado ao contrafactual. Pode-se especular que uma das razões possa ser o fato de que a formação de doutores não foi uma exigência estipulada na chamada pública (FAPERGS, 2013), pois esta tinha o objetivo de apoiar pesquisadores com titulação de mestre, impossibilitados de orientar em nível de doutorado. O método não consegue identificar as razões para os resultados e esse é um tema para investigações suplementares.

Em síntese, conclui-se que, em média, o programa teve um impacto positivo nas variáveis *artigos publicados e dissertações*, enquanto na variável *tese de doutorado* o impacto foi negativo. Desta forma, pode-se dizer que, para a primeira hipótese proposta neste estudo, o PPSUS/RS possivelmente contribuiu de forma positiva para o incremento médio no número de publicações de artigos completos em periódicos. Isso corrobora a ideia de que o apoio científico possui poder indutor de geração e disseminação de conhecimento.

Em relação à segunda hipótese, os resultados sugerem que o apoio fomentou efetivamente a orientação e formação de mestres por pesquisadores apoiados no período analisado, em relação aos pesquisadores não apoiados. Confirma-se, então, a premissa de que o programa promove o trabalho em equipe e colaborativo, permitindo formação de pessoal, em um nível mais qualificado. Por outro lado, o PPSUS/RS teve efeito negativo na variável de formação de doutores.

### 4.3. Discussão dos resultados

A análise das estimativas traz evidências de impactos positivos do programa, mostrando que os pesquisadores apoiados têm, em média, 18% a mais de artigos completos publicados do que teriam se não tivessem obtido o apoio, conforme demonstrado na Figura 1. As estimativas para a variável *orientações concluídas de mestrado* sugerem que o impacto foi de 19,45%, ou seja, aponta que o trabalho em equipe e colaborativo contribui para a formação e qualificação de pessoal; e para o desenvolvimento da ciência, um dos objetivos do PPSUS (Figura 2). Quanto às orientações em nível de doutorado, o efeito foi negativo em -0,8% (Figura 3). Algumas das razões que podem ter levado a este resultado são: o período de tempo transcorrido para a formação de um doutor ser mais extenso; e o fato de que o programa fomenta pesquisas para mestres.

Os resultados apresentados mostram, então, a importância do PPSUS/RS como um programa que possibilita o desenvolvimento da ciência e a formação de recursos humanos. O impacto positivo estimado revela que o acesso ao fomento permite um aumento de produção científica (em termos de número de artigos publicados e de formação de mestres), que pode ter ocorrido porque o programa propicia a colaboração entre equipes ou grupos de pesquisa formados em razão da pesquisa apoiada, além de gerar conhecimento a ser divulgado.

Pode-se inferir que o PPSUS/RS, além de suprir uma lacuna na oferta de fomento na área da saúde, viabilizou novos investimentos. Os pesquisadores apoiados melhoraram seus resultados e puderam publicar mais artigos e formar mais pessoas. Alternativamente, intui-se que novos mestres e doutores representam mão-de-obra de alta qualificação no mercado e precisaram ser alocados em empresas ou instituições de ensino e pesquisa, viabilizando maiores níveis de produção advindos de financiamento de políticas públicas. Esses efeitos de caráter científico e acadêmico podem abrir espaço para investimentos mais significativos em capital, possibilitando expandir laboratórios e melhorar a infraestrutura para pesquisas de maior monta.

### 4.4. Análise e interpretação econométrica

Para confirmar os resultados estatisticamente, utilizou-se da análise de regressão dentro da metodologia de diferenças em diferenças (DD). Os resultados estão apresentados na Tabela 1, para artigos, dissertações e teses defendidas, respectivamente. Destaca-se apenas o coeficiente  $\gamma$  da regressão (1), que indica o efeito causal, dentro da metodologia DD.

Tabela 1. Resultado do Efeito Tratamento

Variáveis	Coefficiente $\gamma$	Erro padrão	stat t	Valor-P
Artigos Completos - Efeito Tratamento	4,60	9,75	0,47	0,64
Dissertações de Mestrado - Efeito Tratamento	0,73	1,53	0,48	0,63
Teses de Doutorado - Efeito Tratamento	-0,43	0,89	-0,49	0,63

Fonte: Elaborado pelo autor, dados da pesquisa (2017).

Observa-se na Tabela 1 que os coeficientes que medem os efeitos tratamento, para cada variável estudada, são iguais aos valores calculados como diferenças de médias nas figuras 1, 2 e 3, como esperado. Nas colunas seguintes, as estimativas pontuais do parâmetro são acompanhadas por grande variabilidade de resultados entre pesquisadores.

Com isto, em relação a variável *artigos publicados*, a Hipótese nula do efeito Tratamento (4,60 artigos publicados) ser igual a zero apresenta valor  $p=0,64$ . O efeito tratamento não parece ter significância estatística para explicar que a publicação dos artigos no período pós-apoio ocorreu em razão do programa. A mesma situação é encontrada para as variáveis *dissertações e teses defendidas*, com probabilidade de valor  $p=0,63$  para ambas, o que mostra que o efeito tratamento não obteve significância estatística.

## 5. Considerações finais

Considerando que estes profissionais possuem um papel crucial na geração de conhecimento, de soluções em áreas prioritárias do governo e na formação de pessoal, o presente estudo buscou avaliar o impacto do programa PPSUS/RS, edição 2013/2015, sobre a produção científica e acadêmica dos pesquisadores apoiados e sua importância como foco de política pública. Com este pano de fundo e dado o limitado acesso ao fomento, o programa PPSUS/RS pode ter contribuído para o crescimento do sistema de CT&I na área da saúde e, portanto, com o desenvolvimento da ciência brasileira.

Pelo fato de existir um grupo controle entre os próprios pesquisadores que manifestaram interesse pelo programa, foi possível isolar o impacto estimado do PPSUS/RS sobre os pesquisadores apoiados. Assim, a avaliação realizada neste artigo, por meio de um quase-experimento e pelo

método de diferença-em-diferenças, testou a hipótese de que o apoio teve efeito positivo sobre o incremento da produção científica e acadêmica dos pesquisadores ao longo do tempo analisado.

A avaliação revela que, no quinquênio posterior ao lançamento do PPSUS/RS, houve um impacto de aproximadamente 18% sobre o número de artigos completos publicados e de 19,45% sobre a quantidade de dissertações de mestrado defendidas sob a orientação dos pesquisadores apoiados. Isso quer dizer que, enquanto no grupo controle as publicações de artigos e dissertações defendidas tiveram um leve aumento no período pós, os pesquisadores do grupo tratado obtiveram um desempenho melhor do que os não apoiados. O impacto em orientações concluídas de doutorado foi quase nulo (negativo em -0,8%), ou seja, o grupo tratado obteve um leve crescimento no período posterior à chamada pública do PPSUS/RS (FAPERGS, 2013), mas menor do que o do contrafactual. Por outro lado, estatisticamente, os resultados das variáveis pesquisadas não foram significativos.

Este estudo é um primeiro esforço na busca por uma metodologia para avaliar o impacto dos programas de fomento em CT&I sobre o desempenho científico e acadêmico de pesquisadores apoiados. Sugere-se um aprofundamento do seu escopo e técnicas, permitindo que a tomada de decisão seja melhor fundamentada pelos formuladores de políticas públicas para aperfeiçoamento, continuidade ou remodelagem do fomento de programas desta natureza. Nessa linha, considera-se que podem ser investigadas as diferenças dos impactos por temáticas afins por região e, principalmente, incorporar outras variáveis de resultado à análise (redes e grupos de pesquisa, patentes, fator de impacto, tecnológicos, institucionais, econômicos ou ambientais, entre outros).

Por fim, outro aspecto a ser avaliado em pesquisas futuras seria o que foi incorporado dos resultados das pesquisas no SUS e seus impactos. Ao considerar esses resultados, o impacto agregado do PPSUS pode se revelar ainda maior e reforçar as evidências da importância da avaliação de impactos para justificar os investimentos públicos e as políticas formuladas para atender necessidades da sociedade.

Agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs)

Empresa Indeorum

## Referências

BRASIL. Ministério da Saúde - MS. **Decit + 2: atuação do Ministério da Saúde em ciência, tecnologia e inovação**. Relatório Final. Brasília, 2007. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=24627](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=24627). Acesso em: 17 out. 2017.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO RIO GRANDE DO SUL – FAPERGS. **Portal**. Disponível em: <http://www.fapergs.rs.gov.br/>. Acesso em: 07 set. 2017.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO RIO GRANDE DO SUL – FAPERGS; MS/CNPq/SESRS. **Chamada FAPERGS/MS/CNPq/SESRS n. 002/2013**. Programa Pesquisa para o SUS: gestão compartilhada em saúde PPSUS – 2013/2015. Disponível em: <https://fapergs.rs.gov.br/upload/arquivos/carga20171204/14090430-20130506161543chamada-02-2013-ppsus.pdf>.

FOGUEL, M. Modelo de resultados potenciais. In: MENEZES-FILHO, N. (Org.). **Avaliação Econômica de Políticas Sociais**. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2016. Capítulo 2.

FURTADO, A.T. **Avaliação de resultados e impactos do PROSAB**. Relatório Final. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, mai. 2005.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GUJARATI, D.M. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

NORONHA, K.V.M. de S.; FORTES, F.B.C.T.P; CAMARGOS, M.C.S.; PEREIRA, D.R. de M. Avaliação de impacto do programa de fortalecimento e melhoria da qualidade dos hospitais do SUS/Minas Gerais (PRO-HOSP). **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 65, n. 1, p. 65-85, jan./mar., 2014.

PEIXOTO, B. *et al.* **Avaliação econômica de projetos sociais**. MENEZES FILHO, N. (Org.). São Paulo: Fundação Itaú Social, 2016.

PIETROSKI, I. Para Avaliar as políticas públicas. **Zero Hora**. Porto Alegre, p. 23, 21 dez. 2017.

RODRIGUES, G. da P; BAETA, A.M.C.; GUIDINI, M.B.; VALENTIM, F. de S.; PAIVA, V.P. de V. Um modelo de gestão e avaliação de programas para melhoria do desempenho de instituição do sistema de ciência e tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD - ENANPAD, 34. Rio de Janeiro, RJ, 2010. **Anais...** 2010.

SALLES FILHO, S.L.M.; CASTRO, P.D. de; ZEITOUN, C.; COLUGNATI, F.; ALONSO, J.E.O.S.; FIRPO, S.P. Aplicação do método quase-experimental para avaliação de resultados e impactos de programas de CT&I: um estudo a partir do Programa Biota/FAPESP. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 14. ALTEC, 2011. **Anais...** 2011.

# Um método orientado a propósito aplicado ao Currículo Lattes para fins de concessão de fomento a pesquisadores em grupos colaborativos

Kedma B. Duarte<sup>1</sup>, Rosina O. Weber<sup>2</sup> e Roberto C. S. Pacheco<sup>3</sup>

## Resumo

O desafio na concessão de fomento é determinar quais proponentes possuem maior chance de serem bem-sucedidos. Avaliações baseadas no mérito da proposta de pesquisa ou em bibliometria têm sido adotadas por gestores de ciência e tecnologia. No entanto, críticas a tais métodos questionam o fato de que os diferentes propósitos do fomento (pesquisa, formação e colaboração) não são considerados. Este trabalho apresenta um método orientado a específicos propósitos para mensurar a qualidade de pesquisadores. A abordagem é ilustrada com dados do Currículo Lattes, em um cenário de concessão de fomento a grupos colaborativos. Os resultados demonstram

## Abstract

*In research funding, the challenge is to determine which proposers are more likely to succeed. Assessments based on the research proposal merit, or bibliometrics, have been adopted by managers of science and technology. Criticisms to such methods question that the different purposes of assessments are not considered, for instance, the purposes of funding (research, scholarship and collaboration). Thus, this work presents a method to assess researcher quality oriented to specific purposes. The proposed approach is illustrated with data from the Curriculum Lattes in a scenario of research funding to research groups. The results demonstrate the value of the method, both in the understanding*

1 Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Assessora técnico-científica da presidência da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg).

2 Doutora em Engenharia de Produção pela UFSC. Professora associada na Drexel University, College of Computing & Informatics, Philadelphia, PA, USA.

3 Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC. Professor adjunto no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento na UFSC.

a usabilidade da solução proposta, tanto na compreensão do contexto dos grupos como na seleção de candidatos colaborativos com probabilidade de sucesso.

*of the context of the group, and in the selection of collaborative candidates likely to succeed.*

**Palavras-chave:** Mensuração da qualidade do pesquisador. Currículo Lattes. Fomento. Colaboração científica. Raciocínio Baseado em Casos. Aprendizagem de máquina

**Keywords:** *Researcher quality assessment. Curriculum Lattes. Funding. Research collaboration. Case-based reasoning. Machine learning*

## 1. Introdução

A concessão de fomento é uma tarefa que requer de gestores em ciência e tecnologia (C&T) a responsabilidade de avaliar a qualidade de pesquisadores. O desafio é determinar, nos diferentes propósitos de fomento (e.g., auxílio à pesquisa, formação ou colaboração), quais pesquisadores possuem maior chance de utilizá-lo de forma bem-sucedida.

O método de avaliação mais antigo e usado pelas agências de fomento, seja qual for o propósito, é a revisão por pares (SARTORI, 2011; MOLAS-GALLART, 2012), que consiste em solicitar a especialistas que julguem a significância da proposta de pesquisa (LAWANI, 1986). No entanto, devido a fatores como dependência e dificuldades em encontrar especialistas, a revisão por pares vem sendo substituída gradativamente por métricas baseadas na análise estatística de resultados científicos, isto é, na análise bibliométrica (LAWANI, 1986; HAUSTEIN; LARIVIÈRE, 2015; HICKS *et al.*, 2015). Clássicos exemplos são o índice de citações (GARFIELD, 1964), que mensura a qualidade de pesquisadores por meio de suas publicações (GARFIELD; MALIN, 1968); e a coautoria de artigos científicos (BEAVER, 1978), usado na mensuração da colaboração científica.

Porém, mesmo diante do avanço da bibliometria, o problema persiste e leva gestores de C&T a questionar a aplicação de métodos que não consideram a necessidade dos diferentes propósitos e contextos da avaliação (VAN NOORDEN, 2010; STI, 2016). Em resposta a tais criticismos, um grupo de pesquisadores propôs um conjunto de dez princípios sobre métricas de pesquisa denominado Manifesto de Leiden (HICKS *et al.*, 2015), que recomenda:

1. A avaliação quantitativa deve dar suporte à avaliação qualitativa especializada;
2. Medir o desempenho de acordo com a missão da instituição, do grupo ou do pesquisador;
3. Proteger a excelência da pesquisa localmente relevante;
4. Manter a coleta de dados e os processos analíticos abertos, transparentes e simples;
5. Permitir que os avaliados verifiquem os dados e as análises;
6. Considerar as diferenças entre áreas nas práticas de publicação e citação;
7. Basear a avaliação de pesquisadores individuais no juízo qualitativo da sua carreira;
8. Evitar solidez mal colocada e falsa precisão;
9. Reconhecer os efeitos sistêmicos da avaliação e dos indicadores;
10. Examinar e atualizar os indicadores regularmente (HICKS *et al.*, 2015, p.2-5).

No entanto, ainda não há na literatura uma metodologia que oriente a avaliação de pesquisadores de forma a seguir os princípios incluídos no Manifesto de Leiden (HICKS *et al.*, 2015).

O presente trabalho parte desse contexto, da busca por qualidade na concessão de fomento e do entendimento de que qualidade é *fitness-for-purpose* (JURAN; GODFREY, 1999), um conceito que a considera como dependente de perspectivas, necessidades e prioridades de usuários. Desta forma, a questão de pesquisa é: Como mensurar a qualidade de pesquisadores, de modo orientado ao propósito de concessão de fomento a grupos colaborativos?

Este trabalho apresenta, assim, um método orientado ao propósito da avaliação, para mensurar a qualidade de pesquisadores, que foi apresentado pelos autores deste trabalho em Duarte, Weber e Pacheco (2016) e detalhado em Duarte (2017). A abordagem segue os princípios do Manifesto de Leiden (HICKS *et al.*, 2015), sendo fundamentada em uma técnica de inteligência artificial chamada Raciocínio Baseado em Casos (RICHTER; WEBER, 2013) e faz uso de dados de currículos de pesquisadores.

O método proposto foi aplicado sobre dados do Currículo Lattes (*lattes.cnpq.br*), de forma a ilustrar sua usabilidade e simular um processo de concessão de fomento a grupos de pesquisadores. Os resultados demonstraram o potencial da solução para a compreensão do contexto de grupos colaborativos, assim como para a seleção de pesquisadores similares aos membros do grupo e, conseqüentemente, aptos a trabalharem em colaboração.

A solução contribui com gestores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), entregando-lhes não somente um método, mas uma metodologia que permite, por meio de técnicas de inteligência artificial aplicadas em cada estágio, selecionar automaticamente pesquisadores aptos ao propósito da avaliação. Em particular, o estudo abre potenciais perspectivas sobre o uso do Currículo Lattes (*lattes.cnpq.br*) e do Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil (DGP) (*lattes.cnpq.br/web/dgp*) na compreensão, por exemplo, do contexto dos grupos colaborativos.

O presente estudo apresenta, na próxima seção, a fundamentação teórica do trabalho; e introduz, na seção 3, o método orientado a propósitos para mensurar a qualidade de pesquisadores (DUARTE, 2017). Na Seção 4, um estudo de caso ilustra a aplicação do método proposto, seguido, na Seção 5, das considerações finais e trabalhos futuros.

## 2. Referencial teórico

Nesta seção, são introduzidos conceitos e técnicas usadas no método proposto. Inicialmente é apresentado um breve relato sobre o *curriculum vitae* (CV), seu uso em estudos bibliométricos, citando como exemplo o Currículo Lattes (*lattes.cnpq.br*). Em seguida, são apresentadas técnicas baseadas em inteligência artificial adotadas na implementação do método proposto, como, por exemplo, a Aprendizagem de Máquina e Raciocínio Baseado em Casos (RBC).

### 2.1. *Curriculum vitae*

O *curriculum vitae* é um documento histórico no qual o próprio pesquisador registra sua trajetória de vida acadêmica, isto é, sua formação educacional, atuação profissional, produções científicas, colaborações e fomentos recebidos em projetos de pesquisa, dentre outros (DIETZ *et al.*, 2000).

A riqueza de conhecimento contida no currículo faz deste um atrativo e potencial fonte de conhecimento para estudos em bibliometria, principalmente sobre mobilidade de pesquisadores e colaboração internacional (GAUGHAN, 2009; SANDSTRÖM, 2009). Além disso, os currículos representam valiosas fontes de informação para indicadores de C&T em universidades, institutos de pesquisa e agências de fomento (CGEE, 2016; FURTADO *et al.*, 2015).

Uma das maiores referências de repositórios de dados de currículos é a base de dados do Currículo Lattes (*lattes.cnpq.br*). Criado em 1999 pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o Currículo Lattes constitui o núcleo da Plataforma Lattes (PACHECO, 2003). A base Lattes foi reconhecida internacionalmente pela alta qualidade de seus dados (LANE, 2010) e conta, atualmente, com mais de cinco milhões<sup>4</sup> de currículos (CNPq, 2018).

---

4 Mais informações podem ser obtidas no sítio: <http://estatico.cnpq.br/painelLattes/mapa>

A plataforma contempla quatro unidades de informação: currículo; grupos de pesquisa; projetos de pesquisa; e instituições. O Currículo Lattes ([lattes.cnpq.br](http://lattes.cnpq.br)) e o Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil (DGP) ([lattes.cnpq.br/web/dgp](http://lattes.cnpq.br/web/dgp)) serviram como fonte de dados para este trabalho.

## 2.2. Aprendizagem de máquina

A aprendizagem de máquina (do inglês, *Machine Learning*) consiste, em linhas gerais, na criação de classificadores a partir da identificação de características (*i.e.*, atributos) comuns em um conjunto de exemplares de dados. Uma técnica popular que consiste em estudar a relativa relevância de cada atributo para fins de classificação é a aprendizagem de pesos (do inglês, *Feature Weighting*) (AHA, 1998; HALL, 1999). Essa técnica enfatiza a importância dos atributos pela alocação de pesos a cada um deles, produz a relevância relativa dos mesmos e, conseqüentemente, permite a sua ordenação pelos pesos atribuídos. Um exemplo desta técnica é o algoritmo *Relief*, desenvolvido por Kira e Rendell (1992), que identifica estatisticamente as características relevantes a um determinado problema. Outra solução baseada em aprendizagem de pesos é o algoritmo *Correlation Based Feature Selection* (CFS), proposto por Hall (1999), que avalia a relevância do atributo pela aplicação de medidas de correlação.

## 2.3. Raciocínio baseado em casos

Raciocínio baseado em casos (RBC), (do inglês, *Case-Based Reasoning*), é uma metodologia de inteligência artificial (do inglês, *Artificial Intelligence*) resultante de pesquisas em teorias da ciência cognitiva e ciência da computação (RICHTER; WEBER, 2013). O RBC combina aprendizagem de máquina e raciocínio, fundamentando-se no armazenamento de experiências passadas que possam ser adaptadas para ajudar a resolver problemas futuros (MÁNTARAS *et al.*, 2005).

Desta forma, para resolver um novo problema, uma solução é recuperada da memória, apropriadamente adaptada e aplicada ao novo problema, sendo as novas soluções armazenadas para uso futuro (CARBONELL; MICHALSKI; MITCHELL, 1983). Um ciclo de RBC proposto por Aamodt e Plaza (1994) consiste em quatro etapas básicas: recuperação (*retrieve*), reutilização (*reuse*), revisão (*revise*) e retenção (*retain*).

Este ciclo representa o núcleo dos métodos que adotam RBC como uma metodologia capaz de combinar, em cada etapa, diferentes técnicas e abordagens de aprendizado de máquina (AHMED; BEGUM; FUNK, 2012; WATSON, 1999); e ocorre da seguinte forma:

- Recuperação: Dado um problema (novo caso), a missão é recuperar um caso candidato da base de casos, de forma que este seja tão similar ao novo caso, que suas soluções sejam intercambiáveis. Para este objetivo, métricas são aplicadas para calcular o grau de similaridade entre os dois casos.
- Reutilização: a solução recuperada é reutilizada e adaptada ao novo problema.
- Revisão: fontes externas ou usuários verificam se a solução proposta realmente resolve o problema e permitem, assim, que os ajustes necessários sejam realizados.
- Retenção: etapa final, na qual a solução é retida na base de conhecimento para futura reutilização.

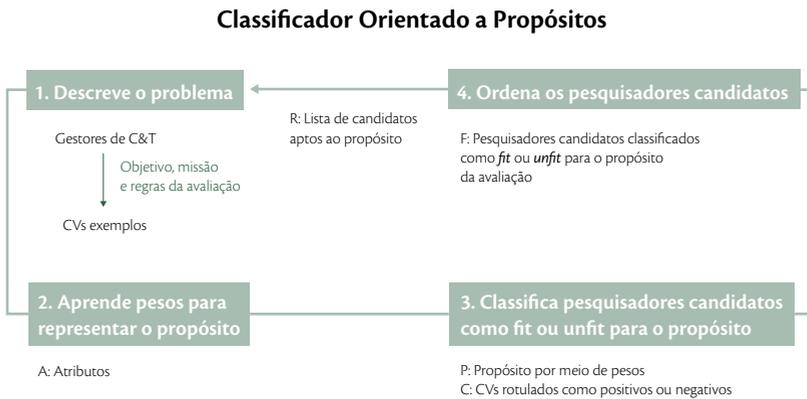
Várias aplicações baseadas em RBC têm sido desenvolvidas para diferentes áreas de conhecimento em tarefas tanto analíticas quanto sintéticas, como, por exemplo, no planejamento de processos de negócios (AGORGIANITIS *et al.*, 2016), em sistemas de recomendação (GUNAWARDENA, 2013) e em aplicações envolvendo séries temporais (GUNDERSEN, 2014). Veja também o Capítulo 4 em Richter e Weber (2013) e, para a primeira geração de aplicações, veja Von Wangenheim e Von Wangenheim (2003).

### 3. Método orientado a propósitos para mensurar a qualidade de pesquisadores – POMARQ

O método POMARQ é resultado da tese de doutorado da primeira autora deste artigo, descrito detalhadamente em Duarte (2017). A solução é implementada por meio de técnicas computacionais baseadas em aprendizagem de máquina, apoiadas em RBC. Especificamente, trata-se de uma implementação dos estágios recuperação e reutilização do Ciclo de RBC. A base da solução é um classificador, isto é, uma estrutura de dados que pode classificar um currículo de pesquisador como apto ou inapto a um específico propósito de avaliação. O classificador é composto de quatro estágios, conforme apresentado na Figura 1.

No Estágio 1, gestores de C&T estabelecem os objetivos do processo de avaliação por meio de exemplos de currículos, denominados CVs exemplos. Na perspectiva de um processo de concessão de fomento à colaboração internacional de pesquisadores para trabalharem com grupos de pesquisa em instituições de um determinado país, a solução adotada pressupõe

que, se as produções científicas dos pesquisadores destes grupos estiverem registradas em currículos, métodos de aprendizagem de máquina poderão ser aplicados para caracterizar automaticamente o contexto de tais grupos e, conseqüentemente, identificar seus requisitos de qualidade, representando o propósito da avaliação.



**Figura 1.** POMARQ – Classificador orientado a propósitos

Fonte: Adaptado de Duarte (2017).

No Estágio 2, o propósito da avaliação é representado por meio de pesos relacionados aos atributos das produções científicas dos pesquisadores. Este estágio é uma etapa de pré-processamento, que recebe como parâmetro os atributos dos CVs exemplos (*i.e.*, produções científicas registradas no currículo) e avalia a relativa relevância de cada atributo por meio de soluções de aprendizagem de pesos (ver seção 2.2). Como resultado dessa avaliação, o propósito dos CVs exemplos será refletido por meio da relevância de tais atributos.

No Estágio 3, calcula-se a medida de similaridade entre os currículos de cada candidato (CVs candidatos) e cada CV exemplo. A esta medida de similaridade chamamos de medida de fitness. Desta forma, os pesquisadores candidatos são classificados como *fit* (aptos) ou *unfit* (inaptos) ao propósito da avaliação. Ao final desse processo, é obtido um conjunto de currículos suficientemente semelhantes aos CVs exemplos.

No Estágio 4, currículos de pesquisadores candidatos, classificados como *fit*, são ordenados em uma lista classificatória. Esta lista resultante é, então, entregue aos gestores de C&T e pode ser reutilizada e adaptada em um novo ciclo de implementação do classificador.

## 4. Aplicando o método POMARQ no Currículo Lattes

Nesta seção, o método POMARQ foi aplicado sobre dados do Currículo Lattes (*lattes.cnpq.br*) e do Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil (DGP) (*lattes.cnpq.br/web/dgp*), de forma a simular um processo de concessão de fomento a grupos colaborativos e demonstrar a usabilidade da solução proposta.

Primeiramente, descrevem-se a fonte de dados, atributos, e os conjuntos de dados usados no cenário da aplicação. Em seguida, aplica-se o método POMARQ, que considera o propósito da avaliação e as experiências dos pesquisadores, ou seja, produções científicas mapeadas em seus currículos.

### 4.1. Dados do cenário de aplicação

A base de dados da Plataforma Lattes (*lattes.cnpq.br*) é a principal fonte de informações utilizadas no cenário de aplicação. Em julho de 2016, extraiu-se da plataforma uma amostra de 212 mil currículos de pesquisadores com doutorado concluído até o ano de 2015, além de produções científicas entre 1950 e 2015. Em seguida, foram criados dois conjuntos de dados.

O primeiro, composto de CVs exemplos, inclui currículos de 20 pesquisadores do Grupo de Pesquisa da Epidemia de Microcefalia (MERC)<sup>5</sup>, registrado no DGP<sup>6</sup> e adotado como exemplo no cenário de aplicação. O grupo MERC se tornou referência mundial em colaboração durante a epidemia de microcefalia no estado de Pernambuco, ao associar o Zica Vírus à Microcefalia (GROUP, 2016).

Para o segundo conjunto de dados, composto de CVs candidatos, foram selecionados inicialmente 15.266 currículos das cinco regiões do Brasil com as mesmas áreas de conhecimento do conjunto de CVs exemplos. Após um processo de limpeza de dados, conforme descrito em Duarte (2017), restaram 14,8 mil currículos.

Atributos referentes às produções científicas da base Lattes (*lattes.cnpq.br*) foram selecionados conforme Duarte (2017). Um subconjunto destas produções é ilustrado no Quadro 1.

5 Mais informações podem ser obtidas em: <http://www.cpqam.fiocruz.br/mergl>.

6 Mais informações podem ser obtidas em: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2723404431935999>.

**Quadro 1.** Lista de tipos de produções científicas identificadas na base Lattes

#	Produções Científicas
1	Artigos completos publicados em periódicos
2	Trabalhos publicados em anais de eventos
3	Trabalhos não publicados em eventos
4	Livros publicados e organização de obras publicadas
5	Capítulos de livros
6	Patentes
7	Projetos de pesquisa – Auxílio financeiro
8	Projetos de pesquisa – Bolsa
9	Projetos de pesquisa – Cooperação
10	Projetos de pesquisa – Outros
11	Orientações e supervisões concluídas – Dissertação de mestrado (Orientador principal)
12	Orientações e supervisões concluídas – Dissertação de mestrado (Coorientador)
13	Orientações e supervisões concluídas – Tese de doutorado (Orientador principal)
14	Orientações e supervisões concluídas – Tese de doutorado (Coorientador)
15	Orientações e supervisões em andamento – Dissertação de mestrado (Orientador principal)
16	Orientações e supervisões em andamento – Dissertação de mestrado (Coorientador)
17	Orientações e supervisões em andamento – Tese de doutorado (Orientador principal)
18	Orientações e supervisões em andamento – Tese de doutorado (Coorientador)
19	Participações em bancas de trabalhos de conclusão – Mestrado
20	Participações em bancas de trabalhos de conclusão – Doutorado

Fonte: Adaptado de Duarte (2017).

No próximo item, são expostos os resultados da aplicação do método POMARQ sobre os dados previamente descritos.

## 4.2. Resultados da aplicação do método POMARQ

A aplicação do método POMARQ seguiu a sequência de quatro estágios especificados na descrição do método (ver Seção 3), detalhados a seguir.

No primeiro estágio foi definido o problema a ser resolvido. Especificamente, o propósito da avaliação é selecionar pesquisadores candidatos com currículos similares aos dos membros do grupo MERG (Ver seção 4.1) para trabalhar em colaboração com esses pesquisadores.

No segundo estágio, o contexto do grupo MERG foi caracterizado de forma a refletir o propósito da avaliação. Por meio de uma solução de aprendizagem de pesos (ver seção 2.2), obteve-se uma lista com a relativa relevância dos atributos dos currículos dos membros do grupo, do mais relevante ao menos relevante. A Figura 2 apresenta as 20 produções científicas mais relevantes do grupo MERG, as quais representam seu contexto de trabalho.



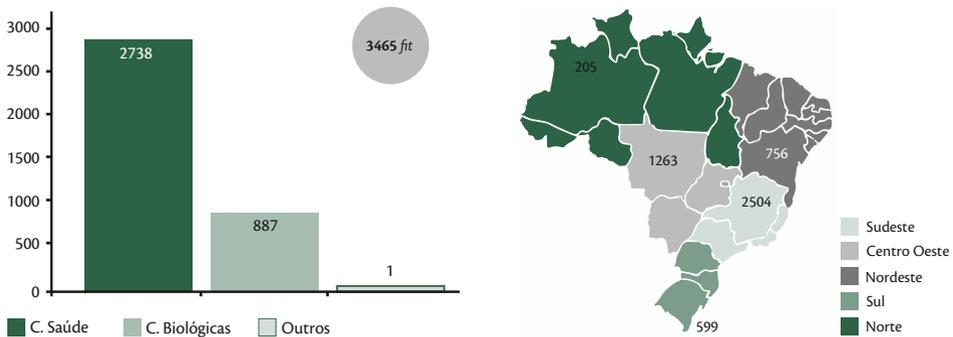
**Figura 2.** O propósito do grupo MERG representado pelo peso das 20 produções científicas mais relevantes

Fonte: Adaptado de Duarte (2017).

Ao observar as produções científicas listadas na Figura 2, é possível destacar pelo menos duas tendências. A primeira é o desenvolvimento de atividades voltadas à formação de pesquisadores, como orientações a estudantes de mestrado e doutorado. A segunda está relacionada à produção de atividades científicas, como a publicação de artigos, livros, capítulos de livros e o desenvolvimento de projetos de pesquisa.

O objetivo, no terceiro estágio, foi classificar os 14,8 mil currículos de pesquisadores candidatos como *fit* ou *unfit* ao contexto identificado no passo anterior. A medida de *fitness* foi calculada pela comparação entre os atributos do currículo de um candidato e os dos membros do grupo MERG. Esse processo resultou em 3.465 pesquisadores candidatos classificados como *fit* e 11.335 classificados como *unfit*.

A Figura 3(a) apresenta os 3.465 pesquisadores *fit* distribuídos por áreas de conhecimento e a Figura 3 (b), pelas cinco regiões do Brasil. Nesta distribuição foram considerados que um pesquisador pode atuar em mais de uma área de conhecimento, ou mesmo, estar afiliado a mais de uma instituição localizada em diferentes regiões do País. Por exemplo, um pesquisador da área de Ciências da Saúde pode também atuar na área de Ciências Biológicas.



**Figura 3.** Candidatos *fit*, aptos a trabalharem em colaboração com o grupo de pesquisa MERG, distribuídos por área de conhecimento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelas cinco regiões do Brasil

Fonte: Adaptado de Duarte (2017).

O gestor do programa de fomento poderia, conforme recomendam os princípios três e seis do Manifesto de Leiden (ver Seção 1), selecionar pesquisadores de modo a atender especificidades das áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde ou mesmo características regionais no Brasil.

No quarto estágio, a lista final – ordenada de forma decrescente – de candidatos *fit* ao propósito de trabalhar em colaboração com o grupo MERG é entregue aos gestores do programa de concessão de fomento. O processo pode, então, ser encerrado, ou ter seu resultado submetido a um novo ciclo de avaliação.

## 5. Conclusões

Este artigo apresentou o método POMARQ, que é orientado ao propósito da avaliação, para mensurar a qualidade de pesquisadores. Sua usabilidade foi ilustrada por um cenário de aplicação com dados do Currículo Lattes e do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (DGP). A solução simula um processo de concessão de fomento a pesquisadores candidatos a colaborar com o Grupo de Pesquisa da Epidemia de Microcefalia (MERG). Os resultados levam a pelo menos três significantes contribuições.

A primeira está relacionada ao uso de bases de currículos como fonte de conhecimento para avaliação da qualidade de pesquisadores. Neste sentido, o estudo abre potenciais perspectivas ao uso do Currículo Lattes.

A segunda contribuição diz respeito à capacidade da solução, conforme demonstrado, em representar os critérios da avaliação por meio da relativa relevância das produções científicas inseridas nos currículos dos colaboradores do grupo de pesquisa. Gestores de agências de fomento podem, conseqüentemente, compreender o contexto de trabalho de grupos de pesquisadores. Dessa forma, o método proposto contribui potencialmente com o DGP.

A terceira contribuição é a oferta, aos gestores de CT&I, de uma metodologia para: i) avaliar, de forma automática e por meio de técnicas de inteligência artificial aplicadas em cada estágio, uma grande quantidade de currículos; e ii) identificar os mais aptos aos critérios estabelecidos. A solução proposta poderia, por exemplo, selecionar pesquisadores para colaborar em grandes desafios da ciência.

Conforme o primeiro princípio do Manifesto de Leiden (ver Seção 1), o método proposto diz respeito a avaliações quantitativas para apoio a gestores de CT&I, assim como especialistas em avaliações qualitativas especializadas.

## Referências

AAMODT, A.; PLAZA, E. Case-based reasoning: foundational issues, methodological variations, and system approaches. **AI Communications**, v. 7, n. 1, p. 39–59, 1994.

AGORGIANITIS, I.; PETRIDIS, M., KAPETANAKIS, S.; FISH, A. Evaluating distributed methods for CBR systems for monitoring business process workflows. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON CASE BASED REASONING*, 24. Atlanta Georgia, 31 oct. - 2 nov. 2016. **Proceedings...** p. 122–131, 2016.

AHA, D.W. Feature weighting for lazy learning algorithms. In: LIU, H.; MOTODA, H. (Eds.) **Feature extraction, construction and selection: a data mining perspective**. Norwell, MA: Kluwer. 1998.

AHMED, M.U.; BEGUM, S.; FUNK, P. Case studies on the clinical applications using case-based reasoning. In: *FEDERATED CONFERENCE ON COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS - FedCSIS*, 2012. **Proceedings...** IEEE, 2012. p.3–10,

BEAVER, D. DEB.; ROSEN, R. Studies in scientific collaboration: Part I. The professional origins of scientific co-authorship. **Scientometrics**, v. 1, n. 1, p. 65–84, 1978.

CARBONELL, J.G.; MICHALSKI, R.S.; MITCHELL, T.M. Machine learning: a historical and methodological analysis. **AI Magazine**, v. 4, n. 3, p. 69, 1983.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Mestres e doutores 2015** - Estudos da demografia da base técnico científica brasileira. Brasília, DF: 2016.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INDICADORES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 19., STI 2016. Valência, Espanha. **Anais...** Valencia, Espanha, 14-16 set. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq. **Painel Lattes**. Disponível em: <http://estatico.cnpq.br/painelLattes/mapa>. Acesso em: 1 jun. 2018.

DIETZ, J.S. *et al.* Using the curriculum vita to study the career paths of scientists and engineers: An exploratory assessment. **Scientometrics**, v. 49, n. 3, p. 419–442, 2000.

DUARTE, K.B. **Assessing researcher quality for collaborative purposes**. 2017. 247 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2017.

DUARTE, K.; WEBER, R.; PACHECO, R. C. S. Purpose-oriented metrics to assess researcher quality. *In: 21st International Conference on Science and Technology Indicators (STI2016): Peripheries, frontiers and beyond*, p.1312- 1314, 2016.

FURTADO, C.A. *et al.* A spatiotemporal analysis of Brazilian science from the perspective of researchers' career trajectories. **PLoS ONE**, v. 10, n. 10, p. 1–28, 2015.

GARFIELD, E. "Science Citation Index" - a new dimension in indexing. **Science**, v. 144, n. 3619, p. 649–654, 1964.

GARFIELD, E.; MALIN, M. Can Nobel Prize winners be predicted. *In: ANNUAL MEETING, AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE*, 135. Dallas, Texas. 1968. **Proceedings...** 1968. p. 1–8.

GAUGHAN, M. Using the curriculum vitae for policy research: an evaluation of National Institutes of Health center and training support on career trajectories. **Research Evaluation**, v. 18, n. Jun., p. 117–124, 2009.

GROUP, M.E.R. Microcephaly in Infants, Pernambuco State, Brazil, 2015. **Emerging infectious diseases**, v. 22, n. 6, p. 1090–1093, 2016.

GUNAWARDENA, S. **Recommending research profiles for multidisciplinary academic collaboration**. 2013. (PhD Thesis) - Drexel University.

GUNDERSEN, O.E. **Enhancing the situation awareness of decision makers by applying case-based reasoning on streaming data**. 2014. (PhD thesis) - Norwegian University of Science and Technology.

HALL, M.A. **Correlation-based feature selection for machine learning**. 1999. (PhD thesis) - University of Waikato.

HAUSTEIN, S.; LARIVIÈRE, V. The use of bibliometrics for assessing research: Possibilities, limitations and adverse effects. *In: WELPE, I.M.; WOLLERSHEIM, J.; RINGELHAN, S.; OSTERLOH, M. (Eds.) Incentives*

**and performance: governance of research organizations.** New York: Springer International Publishing, 2015. p. 1-14.

HICKS, D. *et al.* Manifesto de Leiden sobre métricas de pesquisa. Trad. português brasileiro de Hicks *et al.* The Leiden Manifesto for research metrics. **Nature**, v. 520, p. 429-431, 2015. Disponível em: <http://www.leidenmanifesto.org/translations.html>. Acesso em: 22 set. 2018.

JURAN, J.M.; GODFREY, A.B. **Juran's quality handbook**. 5th ed., New York: McGraw-Hill, 1999.

KIRA, K.; RENDELL, L. The feature selection problem: Traditional methods and a new algorithm. **Aaai**, p. 129-134, 1992.

LANE, J. Let's make science metrics more scientific. **Nature**, v. 464, n. 7288, p. 488-9, 25 mar. 2010.

LAWANI, S.M. Some bibliometric correlates of quality in scientific research. **Scientometrics**, v. 9, n. 1-2, p. 13-25, 1986.

MÁNTARAS, L.M. *et al.* Retrieval, reuse, revision, and retention in case- based reasoning. **The Knowledge Engineering Review**. Cambridge University Press, 2005. v. 0, p. 1-24.

MOLAS-GALLART, J. Research governance and the role of evaluation: a comparative study. **American Journal of Evaluation**, p. 1-16, 2012.

PACHECO, R.C.S. **Uma metodologia de desenvolvimento de plataformas de governo para geração e divulgação de informações e de conhecimento**. Florianópolis, SC: Grupo Stela. 2003.

RICHTER, M.M.; WEBER, R.O. **Case-based reasoning: a textbook**. Berlin: Springer-Verlag, 2013.

SANDSTRÖM, U. Combining curriculum vitae and bibliometric analysis: mobility, gender and research performance. **Research Evaluation**, v. 18, n. 2, p. 135-142, 2009.

SARTORI, Rejane. **Governança em agentes de fomento dos sistemas regionais de CT&I**. 2011. 238f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2011.

VAN NOORDEN, R. A profusion of measures. **Nature**, v. 465, n. June, p. 864-866, 2010.

VON WANGENHEIM, C.G.; VON WANGENHEIM, A. **Raciocínio baseado em casos**. Campinas, SP: Manole, 2003.

WATSON, I. Case-based reasoning is a methodology not a technology. **Knowledge-Based Systems**, v. 12, n. 5–6, p. 303–308, 1999.

# Genealogia acadêmica: um novo olhar sobre impacto acadêmico de pesquisadores

Luciano Rossi<sup>1</sup>, Rafael J. P. Damaceno<sup>2</sup> e Jesús P. Mena-Chalco<sup>3</sup>

## Resumo

A genealogia acadêmica (GA) considera as relações de orientação, em diferentes níveis, para a avaliação e classificação de grupos e indivíduos atuantes na academia. Os resultados obtidos por meio da aplicação da GA podem ser considerados complemento às tradicionais análises sobre produção bibliográfica. A GA é relevante para a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) porque possibilita a descoberta de novas informações que ajudem as agências de fomento a documentar, identificar e analisar o impacto individual e coletivo de pesquisadores. O conhecimento obtido a partir da GA está relacionado à formação de recursos humanos, à estruturação de comunidades acadêmicas e a seus respectivos desdobramentos.

## Abstract

*The academic genealogy considers the academic mentoring relationships, at different levels, for the evaluation and classification of groups and individuals acting in the universities. The results obtained through the application of the academic genealogy can be considered in a way that complements the traditional analysis of scholarly output. The relevance of academic genealogy lies in the possibility of discovering new information that will assist Science, Technology and Innovation (ST&I) development agencies to document, identify, and analyze the academic impact of a researcher or a group of researchers. The knowledge obtained from academic genealogy is related with the propagation of human resources, with the structuring of academic communities and with their unfolding.*

1 Mestre em Ciência da Computação pelo Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC) da Universidade Federal do ABC (UFABC).

2 Mestre em Ciência da Computação pelo CMCC/UFABC.

3 Engenheiro de Sistemas pela Universidade Nacional de San Agustín; mestre, doutor e PhD em Ciência da Computação pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (USP). Professor do CMCC/UFABC.

**Palavras-chave:** Genealogia. Indicadores de Ciência e Tecnologia. Cientometria.

**Keywords:** *Genealogy. Science and Technology Indicators. Scientometrics.*

## 1. Introdução

A busca da humanidade por suas origens é tema recorrente e pode ser observada desde os registros bíblicos no Livro de Gênesis até as iniciativas contemporâneas de documentar a história de comunidades acadêmicas por meio de suas relações. A genealogia acadêmica (GA) busca, no registro de acadêmicos em diversas áreas e em seus relacionamentos de orientação, documentar, de forma perene, a história de comunidades acadêmico-científicas e, assim, oferecer um melhor entendimento sobre como o passado impactou na formação do presente e qual a tendência para o futuro desses grupos (MALMGREN *et al.*, 2010).

A genealogia é uma ciência auxiliar da história que estuda a origem, evolução e disseminação de grupos inter-relacionados por laços familiares ou outro tipo de ligação qualquer. Os objetos dessa área do saber são os ascendentes e os descendentes de um indivíduo. O processo de pesquisa abrange a identificação de parentesco formal ou informal, por meio de registros históricos como certidões de nascimento, casamento, óbito, registro de propriedades e outros documentos (CHAO *et al.*, 1992).

A finalidade é obter conhecimento que permita uma possível compreensão a respeito do futuro com base no passado, este, por vezes, desconhecido. Esse estudo possibilita traçar a memória de diferentes grupos familiares (GARGIULO *et al.*, 2016).

O compartilhamento amplo e assertivo de dados referentes aos indivíduos e seus relacionamentos é ferramenta fundamental de trabalho para pesquisadores da genealogia. Por essa razão, o desenvolvimento da internet, de novas tecnologias e de plataformas de informação mudou radicalmente a forma pela qual os estudiosos dessa área conduzem suas pesquisas, acessam e compartilham dados.

A atividade de orientação, supervisão ou mentoria acadêmica é um tipo de relacionamento que promove a evolução do orientado, da instituição, da ciência e da sociedade em termos gerais. Atualmente, diversas iniciativas de grupos específicos documentam, analisam e classificam estruturas que facilitam a GA. Analisar os relacionamentos de orientação, sob a forma de

uma estrutura genealógica (e.g., grafo ou árvore), permite um maior entendimento sobre a comunidade científica, a caracterização do acadêmico por meio de seus relacionamentos e a identificação do impacto gerado por esses atores na constituição de seus respectivos grupos.

Segundo Lane (2010), a Plataforma Lattes, projetada e desenvolvida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), apresenta-se como o maior e mais relevante repositório curricular de acadêmicos relacionados com a ciência brasileira. A partir desse conjunto de dados, é possível explorar a produção científica nacional de todo indivíduo/grupo atuante e as relações formais de orientação nos níveis de mestrado e doutorado, dentre outros. No contexto de genealogia, a propagação ou projeção acadêmica pode ser mensurada objetivamente usando os currículos registrados na Plataforma Lattes, um valioso conjunto de dados pouco explorado sob essa perspectiva.

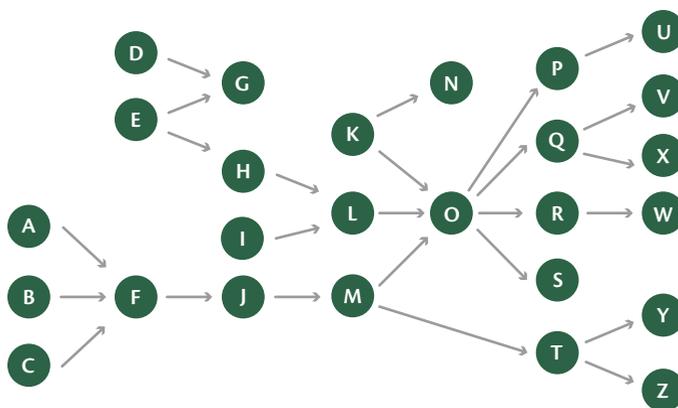
O objetivo deste trabalho é apresentar a definição do conceito de genealogia acadêmica, os bancos de dados existentes e os principais benefícios para a mensuração quantitativa e qualitativa da ciência por meio de aplicações. Adicionalmente, é apresentado um novo sistema de consulta sobre a genealogia acadêmica do Brasil, denominado Plataforma Acácia. Acredita-se que este novo olhar permitirá, de forma complementar a outras análises cientométricas, evidenciar importantes atores em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no País.

## 2. Genealogia acadêmica

Segundo Cronin e Sugimoto (2014), a genealogia acadêmica (GA) é definida como o estudo quantitativo da herança intelectual perpetuada por relacionamentos de orientação entre professores (orientadores/supervisores) e seus alunos (orientados). Trata-se da análise da formação de recursos humanos, no âmbito científico, o qual considera (i) a identificação dos atores envolvidos nesse processo e (ii) dos relacionamentos que os conectam; (iii) a estruturação dessas informações e (iv) a extração do conhecimento implícito nessas estruturas.

Os relacionamentos de mentoria acadêmica promovem a propagação de conhecimento científico por meio da relação entre orientador, que possui diferentes desempenhos nessa atividade, e seus orientados, que, por sua vez, comumente são influenciados pelas características de seus orientadores. Neste contexto, a GA fornece meios para mensurar e analisar essas interações formais de transmissão de conhecimento (DAVID; HAYDEN, 2012).

O grafo de GA é o principal objeto de estudo acadêmico-genealógico e é definido como uma estrutura matemática utilizada para representar coleções de objetos que possuam algum tipo de conexão entre si. Em outras palavras, um grafo é um conjunto de vértices que são ligadas aos pares, por meio de arestas. Um grafo de GA representa os acadêmicos por meio de vértices e os relacionamentos de orientação observados entre eles são representados por arestas. A Figura 1 apresenta um exemplo de grafo sem contextualização semântica.



**Figura 1.** Exemplo de grafo. As circunferências e os segmentos de reta representam, respectivamente, os vértices e as arestas. As setas representam a orientação acadêmica de orientador para o orientado

Fonte: Elaborada pelos autores.

## 2.1. Conceitos preliminares

Um grafo de GA apresenta uma série de informações que podem ser utilizadas para a caracterização de sua topologia e, conseqüentemente, dos elementos que o compõem. Os conceitos apresentados a seguir consideram o grafo da Figura 1 como exemplo, de modo a auxiliar o entendimento sobre cada um deles:

- *Relação de orientação acadêmica:* comumente envolve um orientador e um orientado, representados, como no exemplo da Figura 1, pelos vértices A e F, respectivamente;
- *Ascendência direta:* um orientado (F) pode apresentar *mais de um orientador, ou coorientador* (A, B e C), denominados como sua *ascendência direta*;

- *Origem*: denominação de um acadêmico sem orientadores. No grafo exemplificado na Figura 1, os vértices que representam as origens são A, B, C, D, E, I e K;
- *Ascendência*: corresponde aos ancestrais acadêmicos de um indivíduo, isto é, todos aqueles que influenciaram sua formação, direta ou indiretamente. A *ascendência* do vértice L é formada pelos vértices E, H e I;
- *Descendência direta ou fecundidade*: formada pelos orientados (alunos) de um acadêmico. Os vértices P, Q, R, S e T formam a descendência direta do vértice O;
- *Descendência*: inclui, além da *descendência direta*, todos os influenciados, direta ou indiretamente, por um acadêmico. No caso do vértice O, a *descendência* inclui U, V, X, W, Y e Z;
- *Vértices não fecundos*: acadêmicos que não possuem descendência, como os representados por G, N, S, U, V, X, W, Y e Z;
- *Geração*: hierarquia entre os vértices, em função de seus relacionamentos. O grafo exemplo descreve sete *gerações* de acadêmicos: a primeira é formada pelos vértices A, B e C, a segunda, por D, E e F e, assim, sucessivamente;
- *Famílias*: relações entre acadêmicos nas quais todos os membros são conectados.

O conceito de *gerações de acadêmicos* é particularmente útil quando há famílias, visto que as gerações não são diretamente correlatas ao fator tempo e sim à distância observada entre os vértices iniciais (aqueles que não possuem orientadores) e seus descendentes.

## 2.2. Tipologia

A GA vem despertando um interesse crescente na comunidade científica, motivando o desenvolvimento de trabalhos com finalidades distintas. Os objetivos de sua aplicação podem ser parâmetros para uma classificação geral, porém não definitiva, em cinco tipos de genealogia, a saber (CRONIN; SUGIMOTO, 2014):

- *Honorífica*: estudo da descendência de um indivíduo ou grupo de interesse (ou grupo de indivíduos), com o objetivo de homenageá-lo em razão de sua linhagem, evidenciando

a relevância de sua contribuição na formação da comunidade em função de suas orientações acadêmicas;

- *Egocentrista*: uso da ascendência de um indivíduo de interesse a fim de identificar ancestrais ilustres e comprovar uma ligação, ainda que remota, entre ambos. Comumente, a motivação para esse tipo de estudo está relacionada com curiosidade ou autopromoção;
- *Histórica*: ferramenta complementar a estudos que visam à identificação de personagens memoráveis para determinadas áreas do conhecimento. Permite contextualizar as relações entre os indivíduos;
- *Paradigmática*: considerado um dos tipos de GA mais inseridos no contexto científico. Utiliza os relacionamentos orientador-orientado para estudar a extensão do conhecimento transmitido entre essas relações; e
- *Analítica*: ferramenta para a avaliação e, por vezes, predição de padrões entre os membros de comunidades acadêmicas que são objeto de estudo. Surgiu devido ao crescimento do número de bases de dados genealógicos e ao desenvolvimento de análises estatísticas. Comumente, os resultados desse tipo de estudo são possibilitados pela aplicação de métricas topológicas (ROSSI *et al.*, 2018).

### 2.3. Dados genealógicos

Atualmente, o interesse pela GA é crescente e se reflete nos esforços empreendidos, por diferentes comunidades, em desenvolver projetos que busquem a captação de dados de genealogia (HEINISCH; BUENSTORF, 2018). As iniciativas identificadas geralmente disponibilizam um conjunto de dados via *web* de forma semiestruturada.

Exemplos de grandes conjuntos de dados internacionais, associados a projetos no nível de doutorado, são: Mathematics Genealogy Project; The Neurotree Project; The Academic Family Tree; e RePEc Genealogy. Além desses, pode-se contar com os currículos acadêmicos disponíveis na Plataforma Lattes e com o catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Para todos os acadêmicos registrados na Plataforma Lattes, são encontrados dados correspondentes à produção científica, técnica e artística. A informação sobre orientação/supervisão está disponível para aqueles que atuam na formação de alunos. Conforme observado

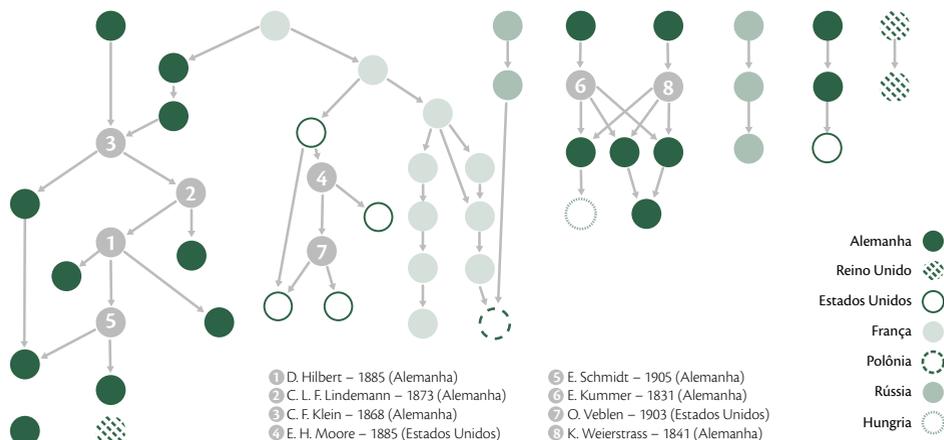
no processo de prospecção dos currículos, o registro desses elementos não mantém um padrão e, em muitos casos, é incompleto e sujeito a erros (e.g., registros com nomes abreviados, tanto do orientador quanto do orientado e sem associação do número identificador, isto é, o ID Lattes). Assim, obter uma estrutura hierárquica correta, que representa o parentesco acadêmico, torna-se um problema não trivial.

É importante destacar que a própria coleta de dados, sua estruturação e análise representam atuais oportunidades de pesquisa e aplicação que envolvem as áreas de Ciência da Computação, Ciência da Informação e Política Científica. O crescente interesse de comunidades acadêmicas em registrar, de forma perene, sua história, por meio dos relacionamentos de seus membros, além de possibilitar o avanço das pesquisas na área de GA, contribui para a manutenção da memória científica de diferentes áreas do conhecimento (PIERRO, 2017).

## 2.4. Aplicações

As pesquisas desenvolvidas no âmbito da GA podem ter objetivos orientados pela tipologia descrita anteriormente. Comumente, essas pesquisas baseiam-se em um grafo que se caracteriza como principal objeto de estudos acadêmicos-genealógicos. Um ponto em comum na maioria dos trabalhos é a possibilidade de registrar, de forma duradoura, o contexto histórico de indivíduos e sua importância na formação da comunidade acadêmica na qual estão inseridos (BENNETT *et al.*, 2005; DORES *et al.*, 2016).

Na Figura 2, é apresentado um exemplo de grafo de GA onde são representados matemáticos ilustres e seus relacionamentos de orientação acadêmica no nível de doutorado. Os vértices que ilustram os respectivos países de titulação estão agrupados em famílias acadêmicas. Esse tipo de estruturação é útil, por exemplo, para o estudo da formação dessas famílias, sob o ponto de vista geopolítico, por meio da observação da influência de estrangeiros nesse processo de estruturação em um determinado país.

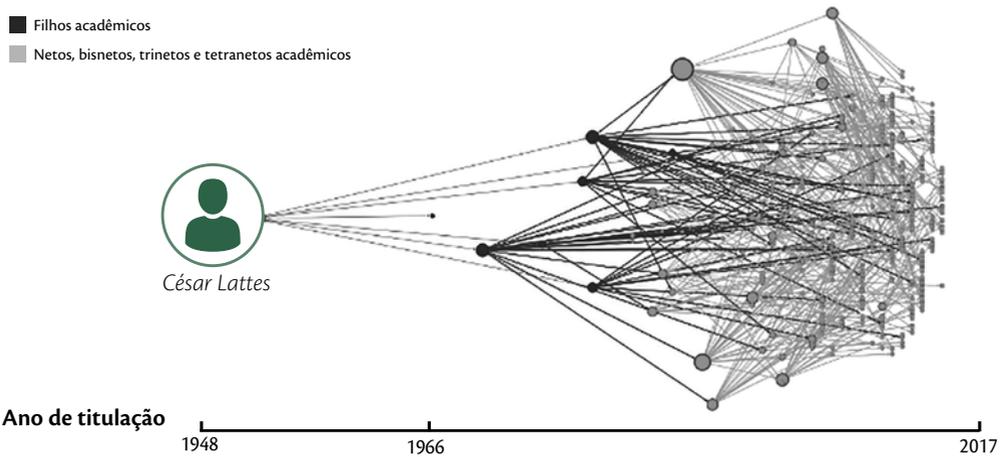


**Figura 2.** Exemplo de grafo de GA que representa os relacionamentos de orientação, em nível de doutorado, entre matemáticos ilustres. Cada vértice representa um pesquisador. Cada ligação representa a orientação formal no nível de doutorado. O conjunto de dados considerado corresponde ao Projeto de Genealogia dos Matemáticos. O eixo vertical representa a hierarquia observada de acordo com as relações de orientação

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além do contexto histórico, é comum utilizar a GA para prestar homenagem a acadêmicos ilustres e evidenciar sua importância para o desenvolvimento da área na qual estão inseridos. Na Figura 3, é apresentada a descendência acadêmica do professor Cesare Mansueto Giulio Lattes, mais conhecido como César Lattes, renomado físico brasileiro que empresta seu nome ao maior repositório acadêmico-curricular do País. No grafo, os vértices rotulados em verde representam os orientados diretos do professor Lattes, ou seja, seus filhos acadêmicos. Os rotulados em verde claro completam a sua descendência que, no total, apresenta 425 acadêmicos (coleta de novembro de 2017).

Identificar a descendência de um acadêmico pode ser útil para outras descobertas. É possível observar, por exemplo, a divergência entre áreas de atuação do orientador e do orientado, um padrão especialmente interessante, pois contraria o senso comum da perpetuação dos acadêmicos de uma mesma linha na mesma área de atuação (evidência de multidisciplinaridade).



**Figura 3.** Descendência acadêmica do físico brasileiro César Lattes (em destaque). Os orientados diretos e indiretos são representados nos tons preto e cinza, respectivamente. O eixo horizontal representa o menor ano de titulação (Mestrado e/ou Doutorado) dos acadêmicos. O tamanho do vértice representa a quantidade de orientações realizadas, exceto aquele que representa o físico César Lattes

Fonte: Elaborado pelos autores.

As pesquisas alinhadas com a GA do tipo analítica buscam prover atributos quantitativos aos grafos de genealogia. Estes atributos podem descrever características sobre a configuração topológica do grafo, de modo que seja possível, por exemplo, classificar os acadêmicos com base em suas métricas topológicas (*i.e.*, medidas que apenas observem as relações de orientação). Nesse contexto, são descritas a seguir algumas possíveis métricas topológicas que podem ser consideradas para a caracterização de acadêmicos e tratadas como indicadores quantitativos (ROSSI *et al.*, 2018).

O desenvolvimento de medidas quantitativas tem por objetivo descrever o grafo de GA ou um vértice específico, de acordo com a sua estrutura topológica. Assim, é possível caracterizar estas estruturas e classificá-las de acordo com padrões observados (CHARIKER *et al.*, 2017; LIU *et al.*, 2018). Quatro métricas topológicas básicas, fundamentadas nas definições disponíveis na Seção 2.1, podem ser citadas como exemplo:

- Fecundidade: representa o número de orientados diretos de um acadêmico de interesse.
- Descendência: representa o número de orientados indiretos. Essas duas primeiras métricas são úteis para verificar a produtividade/projeção dos acadêmicos e evidenciar sua contribuição na formação de recursos humanos e da comunidade na qual estão inseridos.
- Geração: indica o maior número de gerações influenciadas por um determinado acadêmico.
- Folha<sup>4</sup>: relacionada com o número de vértices não fecundos (acadêmicos que ainda não orientaram alunos).

As métricas topológicas são importantes para evidenciar características específicas dos grafos de GA (ROSSI *et al.*, 2017). Estas características podem ser utilizadas para identificar padrões de desenvolvimento dessas estruturas, relacionando as influências recebidas (medidas ascendentes) e exercidas (medidas descendentes), respectivamente. Neste contexto, acredita-se ser possível prever (e comparar) o impacto que um determinado acadêmico exercerá em sua comunidade, com base na observação de suas influências prévias. Isso é importante, por exemplo, para a definição de políticas de fomento à atividade acadêmico-científica.

Os grafos de GA podem, ainda, ser utilizados para a representação estruturada de outros atributos associados aos acadêmicos que os compõem, como, por exemplo, sua área de atuação. A identificação das áreas de atuação (tópicos) dos acadêmicos e a quantificação dos relacionamentos observados entre as áreas resultam na estruturação de um meta grafo. As áreas e as influências existentes entre elas são representadas, respectivamente, por vértices e arestas ponderadas.

Este tipo de estrutura é útil, por exemplo, para o estudo do fluxo de conhecimento científico (DING *et al.*, 2017; AN *et al.*, 2017) e seus padrões evolutivos. Assim, é possível compreender o ciclo de vida de disciplinas específicas, bem como observar seus desdobramentos devidos à especialização do saber. A área da Ciência da Computação, por exemplo, é um desdobramento da Engenharia Elétrica e ambas apresentam influências mútuas entre si (DAMACENO *et al.*, 2018).

---

4 O nome Folha é uma analogia relacionada com as árvores e está ligado à ideia de ser o último elemento em um ramo, no caso dos grafos, é o último vértice em um caminho.

### 3. A Plataforma Acácia

A história da Ciência no Brasil é muito recente, se comparada a de outros países com tradições seculares na formação de novos acadêmicos que promovem a expansão das fronteiras do conhecimento pelo mundo. Por outro lado, a Plataforma Lattes é uma iniciativa ímpar no registro das atividades de milhões de acadêmicos, por disponibilizar, por meio de currículos, dados sobre formação, produção científica e participação em eventos, dentre outros registros relevantes.

Porém, os dados de GA são, em parte, incompletos, principalmente nos campos referentes ao registro de informações acadêmico-genealógicas, onde são descritos os ascendentes e descendentes. Isso impossibilita a identificação de vínculos que existem, mas não estão preenchidos na plataforma. A organização da estrutura de dados é voltada para a exibição de currículos e não para a construção de análises genealógicas.

Nesse contexto, a Plataforma Acácia<sup>5</sup>, iniciativa de um grupo de pesquisadores brasileiros, foi desenvolvida com o objetivo de fornecer informações acadêmico-genealógicas sobre a comunidade acadêmico-científica no País. Seus dados são resultado da mineração de currículos oriundos da Plataforma Lattes e submetidos a processos computacionais que visam a corrigir inconsistências e incompletudes, tornar as informações mais assertivas e privilegiar a hierarquia acadêmica como estrutura para a disponibilização das informações. O procedimento computacional nesta plataforma foi inicialmente considerado por DAMACENO *et al.* (2017).

Além da estrutura hierárquica, baseada nos relacionamentos de orientação acadêmica nos níveis de mestrado e doutorado e apresentada na forma de listas de orientadores e orientados, a Plataforma Acácia disponibiliza informações sobre: (i) Grande Área; (ii) Área e (iii) e instituição de atuação do acadêmico; (iv) a maior titulação obtida pelo(a) pesquisador(a); e (v) o ano no qual a orientação ocorreu. Adicionalmente, a plataforma disponibiliza o resultado de três métricas topológicas sobre a GA: (i) Descendência, (ii) Fecundidade e (iii) Índice genealógico<sup>6</sup>.

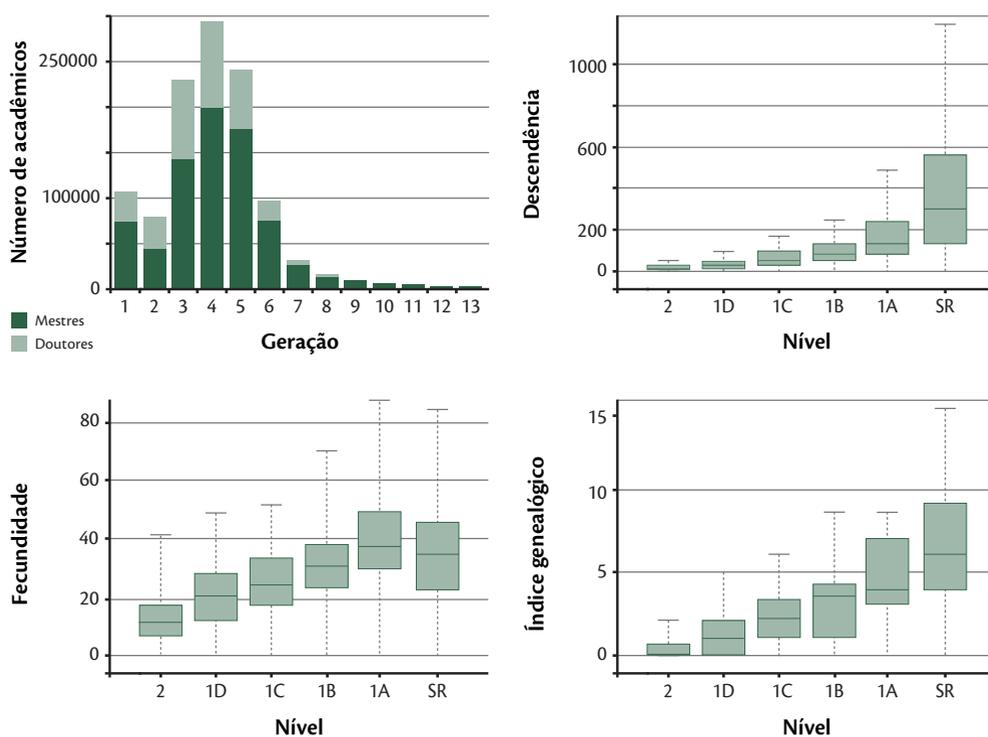
Para exemplificar, na Figura 4a, é apresentado o número de mestres e doutores por geração dos acadêmicos identificados na Plataforma Acácia. Existem, ao todo, 13 gerações, isto é, 12 níveis separam o acadêmico mais antigo identificado na plataforma do mais recente. A maior parte dos

5 O termo Acácia é inspirado na árvore Acácia, uma espécie nativa do sudeste australiano. O formato da copa desta espécie assemelha-se aos grafos de genealogia acadêmica identificados no contexto brasileiro, ou seja, são compactos em termos de altura, indicando que, no Brasil, a ciência é jovem (possui poucas gerações de doutores e mestres), mas largos, em termos de comprimento.

6 O índice genealógico de um acadêmico é o maior número  $g$  de descendentes que possuem, no mínimo,  $g$  descendentes cada um.

acadêmicos está entre as gerações três e cinco, que concentram em torno de 650 mil mestres e doutores e representam mais de 58% do total. Esses dados mostram que a Ciência no Brasil ainda é jovem, dado que mais da metade dos cientistas está em gerações relativamente recentes.

Outra análise que pode ser feita diz respeito a grupos específicos de pesquisadores. Um exemplo são os bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq (com vigência em 2018) nos níveis 2, 1D, 1C, 1B, 1A e SR. A Figura 4b-d apresenta a distribuição desses grupos por descendência, fecundidade e índice genealógico. Os acadêmicos do grupo SR possuem maior descendência e índice genealógico. Já a métrica fecundidade, associada ao número de orientações realizadas, é maior para o grupo 1A.



**Figura 4.** Número de acadêmicos (mestres e doutores) por (a) geração acadêmica. Distribuição dos 14.723 bolsistas de produtividade em pesquisa do CNPq/2018 (níveis 2, 1D, 1C, 1B, 1A e SR) conforme as métricas (b) descendência, (c) fecundidade, e (d) índice genealógico

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da Plataforma Acácia.

A Plataforma Acácia apresenta-se como um projeto em desenvolvimento que, além de disponibilizar as informações genealógicas de forma mais completa e assertiva, possibilitará novos olhares sobre a comunidade acadêmica no Brasil, sob a ótica do processo de desenvolvimento de recursos humanos. As principais atualizações que serão implementadas na plataforma e seus respectivos objetivos são:

- Disponibilizar um conjunto mais amplo de métricas topológicas que auxilie na caracterização dos acadêmicos, com base em seu desempenho na formação de recursos humanos; e
- Fornecer ferramentas que possibilitem observar o grau de parentesco entre acadêmicos e disponibilizar relatórios personalizados que descrevam as informações acadêmico-genealógicas de interesse do usuário.

## 4. Considerações finais

A orientação acadêmica é parte importante das atividades que integram um ambiente de pesquisa, de modo a garantir a perpetuação da atuação acadêmica. A documentação histórica dessas atividades possibilita a criação de métodos para compreender as relações de interação na comunidade que constitui o ambiente: os professores orientadores, os alunos orientados, as instituições onde se formaram os alunos, as áreas mais proeminentes/carentes na formação, dentre outras características.

Analisar as relações de orientações, por meio de genealogia acadêmica, pode revelar informações relevantes a respeito da evolução da produção científica de um país. Conhecer o cenário atual e o caminho percorrido pela área de pesquisa acadêmico-científica poderá resultar em contribuições para a tomada de decisões mais assertivas de futuro para a comunidade.

O aprofundamento na pesquisa de modelos alternativos (*i.e.*, novos olhares à ciência) contribuirá para a criação de insumos importantes para responder a questões pouco exploradas atualmente e que permeiam a CT&I.

## Referências

AN, Y.; HAN, M.; PARK, Y. Identifying dynamic knowledge flow patterns of business method patents with a hidden markov model. **Scientometrics**, v. 113, n. 2, p. 783-802, 2017.

BENNETT, A.F.; LOWE, C. The academic genealogy of George A. Bartholomew. **Integrative and Comparative Biology**, v. 45, n. 2, p. 231-233, 2005.

CHAO, G.T.; WALZ, P.; GARDNER, P.D. Formal and informal mentorships: A comparison on mentoring functions and contrast with nonmentored counterparts. **Personnel Psychology**, v. 45, n. 3, p. 619-636, 1992.

CHARIKER, J.H.; ZHANG, Y.; PANI, J.R.; ROUCHKA, E.C. Identification of successful mentoring communities using network-based analysis of mentor-mentee relationships across Nobel laureates. **Scientometrics**, v. 111, n. 3, p. 1733-1749, 2017.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Plataforma Lattes**. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br>. Acesso em: 1 jun. 2018.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR – CAPES. Catálogo de teses e dissertações. Disponível em: <http://catalogodeteses.capes.gov.br>. Acesso em: 1 jun. 2018.

CRONIN, B.; SUGIMOTO, C.R. **Beyond bibliometrics**: Harnessing multidimensional indicators of scholarly impact. MIT Press, 2014.

DAMACENO, R.J.P.; ROSSI, L.; MENA-CHALCO, J.P. Identificação do grafo de genealogia acadêmica de pesquisadores: Uma abordagem baseada na Plataforma Lattes. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON DATABASES, 32. 2017. **Proceedings...** p. 76-87, 2017.

DAMACENO, R.J.P.; ROSSI, L.; MENA-CHALCO, J.P. Identification of the Brazilian academic roots through mining advisor-advisee relationships. In: SYMPOSIUM ON KNOWLEDGE DISCOVERY, MINING AND LEARNING (KDMiLe). **Proceedings...** p. 1-12, 2018.

DAVID, S.V.; HAYDEN, B.Y. Neurotree: A collaborative, graphical database of the academic genealogy of neuroscience. **PLoS One**, v. 7, n. 10, p. e46608, 2012.

DING, C.G.; HUNG, W.C.; LEE, M.C.; WANG, H.J. Exploring paper characteristics that facilitate the knowledge flow from science to technology. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 1, p. 244-256, 2017.

DORES, W.; BENEVENUTO, F.; LAENDER, A.H. Extracting academic genealogy trees from the networked digital library of theses and dissertations. In: ACM/IEEE-CS ON JOINT CONFERENCE ON DIGITAL LIBRARIES, 16., 2016. **Proceedings...** ACM: 2016. p. 163-166.

GARGIULO, F.; CAEN, A.; LAMBIOTTE, R.; CARLETTI, T. The classical origin of modern mathematics. **EPJ Data Science**, v. 5; n. 1, p. 26, 2016.

HEINISCH, D.P.; BUENSTORF, G. The next generation (plus one): an analysis of doctoral students' academic fecundity based on a novel approach to advisor identification. **Scientometrics**, p. 1-30, 2018.

LANE, J. Let's make science metrics more scientific. **Nature**, v. 464, n. 7288, p. 488-489, 2010.

LIU, J.; TANG, T.; KONG, X.; TOLBA, A.; AL-MAKHADMEH, Z.; XIA, F. UNDERSTANDING the advisor-advisee relationship via scholarly data analysis. **Scientometrics**, p. 1-20, 2018.

MALMGREN, R.D.; OTTINO, J.M.; AMARAL, L.A.N. The role of mentorship in protégé performance. **Nature**, v. 465, n. 7298, p. 622-626, 2010.

MATHEMATICS GENEALOGY PROJECT. Site. North Dakota State University. Disponível em: <https://www.genealogy.math.ndsu.nodak.edu/>

PIERRO, B. Galhos e raízes da árvore da ciência. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 249, nov. 2016.

PLATAFORMA ACÁCIA. Genealogia acadêmica do Brasil. Site. Universidade Federal do ABC - UFABC. Disponível em: <http://plataforma-acacia.org/quem>. Acesso em: 10 jun. 2018.

REPEC GENEALOGY. Site. Disponível em: <https://genealogy.repec.org/>

ROSSI, L.; DAMACENO, R.J.P.; FREIRE, I.L.; BECHARA, E.J.H.; MENA-CHALCO, J.P. Topological metrics in academic genealogy graphs. **Journal of Informetrics**, v. 12, n. 4, p. 1042-1058, 2018.

ROSSI, L.; FREIRE, I.L.; MENA-CHALCO, J.P. Genealogical index: A metric to analyze advisor-advisee relationships. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 2, p. 564-582, 2017.

THE ACADEMIC FAMILY TREE. *Building a single, interdisciplinary academic genealogy*. Site. Disponível em: <https://academictree.org/>

THE NEUROTREE PROJECT. Neuroscience Academic Family Tree. Disponível em: [neurotree.org/neurotree](https://neurotree.org/neurotree)



O CGEE, consciente das questões ambientais e sociais, utiliza papéis com certificação (Forest Stewardship Council®) na impressão deste material. A certificação FSC® garante que a matéria-prima é proveniente de florestas manejadas de forma ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável, e outras fontes controladas. Impresso na Gráfica Coronário - Certificada na Cadeia de Custódia - FSC



Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
*Ciência, Tecnologia e Inovação*



Acesse [www.cgee.org.br](http://www.cgee.org.br) e  
siga-nos no Twitter @CGEE\_oficial

ISSN 1413-9375