

Estado da publicação: O preprint foi submetido para publicação em um periódico

Financiamento à pesquisa em energia renovável no Brasil: uma análise a partir do Fundo Setorial de Energia

Lindomayara França Ferreira, José Ricardo de Santana, Márcia Siqueira Rapini, Fábio Rodrigues de Moura

<https://doi.org/10.1590/0103-6351/6984>

Submetido em: 2022-05-30

Postado em: 2022-05-30 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Financiamento à pesquisa em energia renovável no Brasil: uma análise a partir do Fundo Setorial de Energia

Financing for renewable energy research in Brazil: an analysis from the Energy Sector Fund

Lindomayara França Ferreira⁽¹⁾

José Ricardo de Santana⁽¹⁾

Márcia Siqueira Rapini⁽²⁾

Fábio Rodrigues de Moura⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Sergipe

⁽²⁾Universidade Federal de Minas Gerais

Resumo

O presente artigo tem como objetivo analisar a contribuição do Fundo Setorial de Energia do FNDCT para o fomento à pesquisa científica em energias renováveis no Brasil, por meio de um modelo Logit, para o período de 2011 a 2015. São realizadas estimações com estratégias adicionais, a fim de identificar o efeito regional e a contribuição das instituições de pesquisas sobre a produção científica em energias renováveis. Os dados utilizados foram obtidos a partir da base FNDCT/CNPq e do Currículo Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os resultados obtidos demonstram um efeito marginal médio positivo do Fundo Setorial de Energia de 2,23% sobre a probabilidade de produção científica, dado um incremento de R\$ 10.000,00 no financiamento. Com base nos resultados, é possível justificar a importância do financiamento público para pesquisa destinado às energias renováveis.

Palavras-chave: Financiamento FNDCT; energia renovável, pesquisa científica.

Códigos JEL: O39, C01, Q42.

Abstract

This article aims to analyze the contribution of the Sectorial Energy Fund to foster scientific research on renewable energies in Brazil, through a Logit model, for the period from 2011 to 2015. Estimations are carried out with additional strategies, to identify the regional effect and the contribution of research institutions on scientific production in renewable energies. The data used were obtained from the FNDCT/CNPq database and from the Lattes Curriculum of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq). The results obtained demonstrate an average positive marginal effect of the Sectorial Energy Fund of 2.23% on the probability of scientific production, given an increase of R\$ 10,000.00 in financing. Based on the results, it is possible to justify the importance of public financing for research aimed at renewable energies.

Keywords: FNDCT financing; renewable energy, scientific research.

JEL Codes: O39, C01, Q42.

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

1 Introdução

As energias renováveis (ERs) – hídrica, eólica, solar, geotérmica, biomassa, ondas e marés – têm sido apontadas como tecnologias-chave para promover segurança energética e crescimento econômico. Não obstante, essas tecnologias têm apresentado alta capacidade de mitigação das mudanças climáticas antropogênicas.

Considerada como uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, as tecnologias renováveis têm se destacado com um alto potencial de expansão na matriz energética brasileira. Liderada por fonte hídrica, a matriz em operação no país é composta por 62,72% hídrica, 16,81% fóssil, 8,96% eólica, 8,7% biomassa, 1,66% solar e 1,14% nuclear (ANEEL, 2020). Contudo, o setor tem sinalizado alguns desafios, como a carência de um recurso financeiro direcionado à pesquisa em ER e a falta de um Sistema de Inovação em Energias Renováveis, acarretando fragilidades no âmbito científico e tecnológico.

Embora nos últimos anos tenham sido criados instrumentos em apoio à pesquisa e ao desenvolvimento e implantação das tecnologias renováveis, o alto risco associado ao estágio inicial dessas tecnologias ainda é um inibidor do financiamento privado (Mazzucato; Semieniukb, 2018). No Brasil, o financiamento para ERs acabam sendo majoritariamente por meio dos investimentos públicos e da imposição legal.

Regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o setor de ERs no âmbito nacional conta com o apoio direcionado do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBIO). No âmbito da PD&I do setor energético, tem-se como uma das principais fontes de financiamento, instituído pela Lei nº 9.991/2000, o Fundo Setorial de Energia (CT-Energ).

Destacado como um marco legal para o setor, a obrigatoriedade de investimentos por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas de energia elétrica consiste em um montante anual de no mínimo 0,75% da receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, e no mínimo, 0,25% em programas de eficiência energética no uso final. Desse montante, 40% são direcionados para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT); (ii) 40% para projetos de P&D, conforme regulamentos estabelecidos pela ANEEL; e (iii) 20% para o Ministério de Minas e

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Energia (MME) (Brasil, 2000).

Cabe mencionar que os recursos direcionados ao FNDCT são operacionalizados no âmbito da Financiadora de Estudos e Projeto (FINEP) e do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), como uma modalidade de recurso não reembolsável. O presente estudo tem como elemento central a discussão em torno do financiamento destinado ao CNPq para pesquisas no setor energético, categorizado como uma modalidade de alto grau de incerteza.

No caso do Fundo de Pesquisa Nacional de Ciência e Tecnologia do Chile (FONDECYT), Benavente *et al.* (2012) verificaram um efeito positivo do recurso, refletindo em um maior número de publicações científicas. No contexto Europeu, Bointner *et al.* (2016) destacam a importância do fomento em P&D na transição energética. Para os autores, mesmo que o financiamento de P&D flutue ao longo do tempo, o conhecimento acumulado aumenta gradualmente – sendo esse, um fator extremamente relevante para a maturidade das tecnologias energéticas. No contexto brasileiro, Kannebley Jr. *et al.* (2013) identificaram um efeito positivo dos Fundos Setoriais sobre a produção acadêmica dos pesquisadores financiados. Em concordância, para Hayne e Wyse (2017) o financiamento para pesquisa é uma das principais variáveis *input* da geração de conhecimento.

Assume-se o papel da ciência e da P&D como vetor para o aumento da produtividade e das mudanças tecnológicas no setor energético (Bointner *et al.*, 2016). A relação entre ciência básica e inovação tecnológica é tida como um processo sistêmico e dinâmico (Stokes, 2005; Lundvall, 2007), que apresenta estreita conexão com as atividades de P&D de pesquisa básica, pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental (OCDE, 2013). É indiscutível a importância da ciência e da pesquisa básica para o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico (Nelson, 1956; Katz, 1999; Stephan, 2010; Negri, 2018), sendo instrumento de identificação das possíveis “janelas de oportunidades” nos países em desenvolvimento (Albuquerque, 1998). A literatura apresenta alguns determinantes na produtividade da ciência e da pesquisa básica, entre os quais se destacam o sistema de recompensa financeiro e o acadêmico (Katz, 1999).

Partindo-se da perspectiva de que a política do Fundo Setorial consiste no principal instrumento de incentivo a pesquisa do setor energético no Brasil, e assumindo a importância das atividades de P&D para a maturidade tecnológica e redução do custo de geração renovável (Santos, 2015), o presente artigo se propõe a analisar a contribuição do Fundo Setorial de Energia do FNDCT no tocante à sua capacidade de fomento à pesquisa científica

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

em energias renováveis no Brasil.

Para identificar esse efeito será utilizado um modelo Logit, no período de 2011 a 2015, com estimações comparativas dos modelos Probit, Tobit e Poisson em *pooling*. Além disso, serão realizadas estimações com estratégias adicionais a fim de identificar o efeito regional e a contribuição das instituições de pesquisa sobre a produção científica em ERs. Cabe mencionar que, nesta pesquisa, optou-se por realizar uma análise descritiva preliminar dos dados disponibilizados pelo CNPq,¹ entre o período de 2006 a 2016, a fim de identificar os períodos de descontinuidade do recurso. O recorte temporal para a análise econométrica considerou o período 2011 a 2015, em função da continuidade na liberação de recursos do CT-Energ para editais lançados pelo FNDCT/CNPq. O presente artigo avança em relação aos demais trabalhos empíricos da literatura, sobretudo pela base de dados utilizada e pelos resultados alcançados no contexto do setor energético brasileiro.

Os principais resultados identificam que o financiamento, o estoque de conhecimento e o ambiente institucional são fatores determinantes da produção científica. Com um efeito marginal positivo e significativo tanto do Fundo Setorial de Energia sobre a produção científica em ERs quanto dos demais fatores. Além disso, os resultados apontam desigualdades de gênero e disparidade regional, corroborando o arcabouço teórico. Nesse contexto, diante das potencialidades das tecnologias renováveis no setor energético e dos desafios de base científica e tecnológica no Brasil, os resultados apresentados dão suporte à importância do financiamento público destinado à pesquisa, possibilitando conduzir uma discussão relevante para os formuladores de políticas públicas.

Além desta seção introdutória, o artigo está estruturado em cinco seções. A segunda seção apresenta a composição e contribuição dos Fundos Setoriais para o ambiente de pesquisa no Brasil, com ênfase no CT-Energ. Para tal, faz-se necessária uma discussão introdutória sobre o Sistema de Inovação. A terceira seção discute sobre os determinantes da produção científica – sobretudo os determinantes de caráter individual e observáveis – e os principais trabalhos empíricos. Os procedimentos metodológicos, os critérios de seleção das variáveis e a descrição da base de dados são apresentados na quarta seção. Na quinta seção é realizada uma análise econométrica dos dados e, posteriormente, a última seção consiste nas considerações finais deste artigo.

¹ Base de dados disponibilizada pela Diretoria de Gestão e Tecnologia da Informação (DGTI) do CNPq, do período de 2006 a 2016, obtidos mediante solicitação direta. Deflacionados pelo IPCA acumulado, ano base 2016.

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

2 Sistema de Inovação e o financiamento à pesquisa

Atuando em diversos âmbitos e níveis, o Sistema de Inovação cumpre um importante papel no fortalecimento das instituições intermediárias para a propagação do conhecimento gerado por P&D (Mazzucato, 2013). Ao constituírem um conglomerado de instituições distintas interagindo no processo de produção, difusão e uso do conhecimento (Cassiolato, 2005), as principais dimensões de um Sistema de Inovação consistem na estrutura produtiva, no aparato institucional (Lundvall, 2007) e no sistema de financiamento público capaz de apoiar investimentos inovadores (Paula, 2011) diante da natureza de curto prazo do financiamento privado (Mazzucato, 2018).

Abordado na literatura como Sistema de Inovação “maduros” e “imaturos” (Albuquerque, 1996), a redução do hiato tecnológico – dos países abaixo do *catching up* em relação aos países da fronteira – dependerá principalmente da sua capacidade de absorção interna. Não obstante, a infraestrutura científica nos países em desenvolvimento “deve ter a capacidade de apontar avenidas de desenvolvimento tecnológico, dadas as condições internacionais e o acúmulo de conhecimento nacional prévio” (Albuquerque, 1998, p. 160).

Dentro do arcabouço de um Sistema de Inovação “imaturado”, a atuação governamental faz-se predominante, seja na criação de instrumentos de fomento ou na construção de interações e estímulos entre o setor produtivo e as instituições de pesquisas/universidades (Costa; Fernandes, 2011). Segundo Mazzucato (2018), o financiamento público em P&D deve ser direcionado, sobretudo, para “missões” tecnológicas. Além disso, para que o crescimento impulsionado pela inovação também possa resultar em crescimento econômico, faz-se necessário o compartilhamento das recompensas, tanto quanto dos riscos assumidos. E nessa perspectiva, embora cheios de desafios, destaca-se o esforço brasileiro para promover inovação setorial com a construção dos Fundos Setoriais.

2.1 Financiamento à pesquisa: contribuições dos Fundos Setoriais

Dada a instabilidade das fontes de financiamento para pesquisa ao longo dos anos no

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Brasil, a década de 1990 foi marcada com a criação dos Fundos Setoriais, representando uma reforma crucial no Sistema Nacional de Inovação (SNI).

Implementados em 2000 e subdivididos em 16, os Fundos Setoriais foram criados principalmente para assegurar, de forma continuada, o suprimento dos recursos necessários e a descentralização por setor econômico – petróleo, biotecnologia, informática, energia e entre outros (Pereira, 2006). Outra finalidade se refere ao fortalecimento de parcerias entre universidades, institutos de pesquisas e empresas. Lemos e Negri (2010) destacam que os Fundos Setoriais têm como objetivo garantir a ampliação e estabilidade do financiamento direcionado a C&T, não obstante – a fim de incentivar os investimentos privados e impulsionar o desenvolvimento tecnológico dos setores produtivos –, objetiva-se promover parcerias entre as instituições de pesquisas e o setor produtivo.

Quadro 1 Categorização dos Fundos Setoriais

Fundo	Lei Geradora	Fonte de Recurso
CT-Petro	9.478,6/8/97	25% dos royalties que excederam em 5% a produção de petróleo e gás natural
CT-Info	10.176, 11/1/01	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas beneficiadas pela Lei de Informática
CT-Infra	10.197, 14/2/01	20% dos recursos de cada Fundo Setorial
CT-Energ	9.991, 24/7/00	0,75% a 1% faturamento líquido das concessionárias
CT-Mineral	9.993, 24/7/00	2% da compensação financeira paga por empresas com direitos de mineração
CT-Hidro	9.993, 24/7/00	4% da compensação financeira recolhida pelas geradoras de energia elétrica
CT-Espacial	10.332, 19/12/01; 9.994, 24/7/00	25% das receitas de utilização de posições orbitais; total da receita de licenças e autorizações da Agência Espacial Brasileira
CT-Saúde	10.332, 19/12/01	17,5% Cide
Bio	10.332, 19/12/01	7,5% da Cide
CT-Agro	10.332, 19/12/01	17,5% da Cide
Aero	10.332, 19/12/01	7,5% da Cide
FVA	10.168, 29/12/00; 10.332, 19/12/01	50% da Cide, 43% da receita do Imposto sobre produtos Industrializados (IPI) incidente sobre produtos beneficiados pela Lei de Informática
CT-Transpo	9.992, 24/7/00; 10.332, 19/12/01	10% das receitas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
Amazônia	8.387, 30/12/91; 10.176, 11/1/01	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas de informática da Zona Franca de Manaus

Fonte: Elaboração própria, adaptada de Pereira (2006).

Sob gestão compartilhada,² os Fundos possuem aplicações em setores específicos – com exceção dos Fundos Verde e Amarelo e de Infraestrutura –, e seus recursos provêm de

² Por representantes de ministérios, agências reguladoras, comunidade científica e empresarial.

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

receitas de diversas fontes com destinação assegurada por lei (Guimarães, 2006) – exposto no Quadro 1 –, sendo essas alocadas no orçamento do FNDCT e aplicadas nas modalidades de financiamento da FINEP e do CNPq (Morais, 2008).

O contingenciamento estabelecido pela União tem sido um dos principais entraves na efetividade dos Fundos (Melo, 2008), dado que o excedente da movimentação financeira é direcionado a uma reserva de contingência e sua disponibilização depende exclusivamente da abertura de crédito suplementar aprovada em Lei orçamentária.

Embora tenha ocorrido a tentativa de os Fundos Setoriais fazerem parte do grupo de Fundos de exceção à regra no orçamento da União,³ em 2003 parte da receita foi classificada como reserva de contingência. Entre 2001 e 2003 a previsão de suas receitas aumentaram em média 39%, porém apenas uma parte da receita prevista em lei foi direcionada para o gasto efetivo. Cabe mencionar que esse contingenciamento recaiu de forma diferenciada entre os Fundos ao longo dos anos, de modo que quanto maior o Fundo, maior o percentual direcionado a reserva de contingência. No período mencionado, o CT-Infraestrutura, o CT-Verde amarelo e o CT-Petróleo de gás natural foram os Fundos com maior percentual de contingenciamento; já os Fundos Setoriais de Energia, Agronegócio, Saúde e demais Fundos apresentaram contingenciamento menor nos recursos, por se tratar de Fundos de médio e de pequeno porte (Guimarães, 2006).

Ao longo dos anos foram observadas algumas distorções na efetividade do recurso, pois embora a arrecadação dos Fundos em termos absolutos tenha sido crescente, o orçamento do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) foi diminuindo no decorrer dos anos.

No período de 2006 a 2008, os recursos do CNPq, em termos reais, ampliaram consideravelmente, passando de R\$ 161.716.718,40 para mais de 640 milhões, sendo maior a participação no Sudeste. Os anos posteriores foram marcados por oscilações dos recursos, chegando em 2016 a um total de R\$ 158.158.395,35, com 50% direcionados à região Sudeste.⁴

Cabe destacar que em termos médios o número de pesquisadores por região (Figura 1), o ano de 2007 foi marcado por elevado crescimento em todas as regiões, com destaque para o Norte, que apresentou uma média superior à brasileira devido ao baixo número de

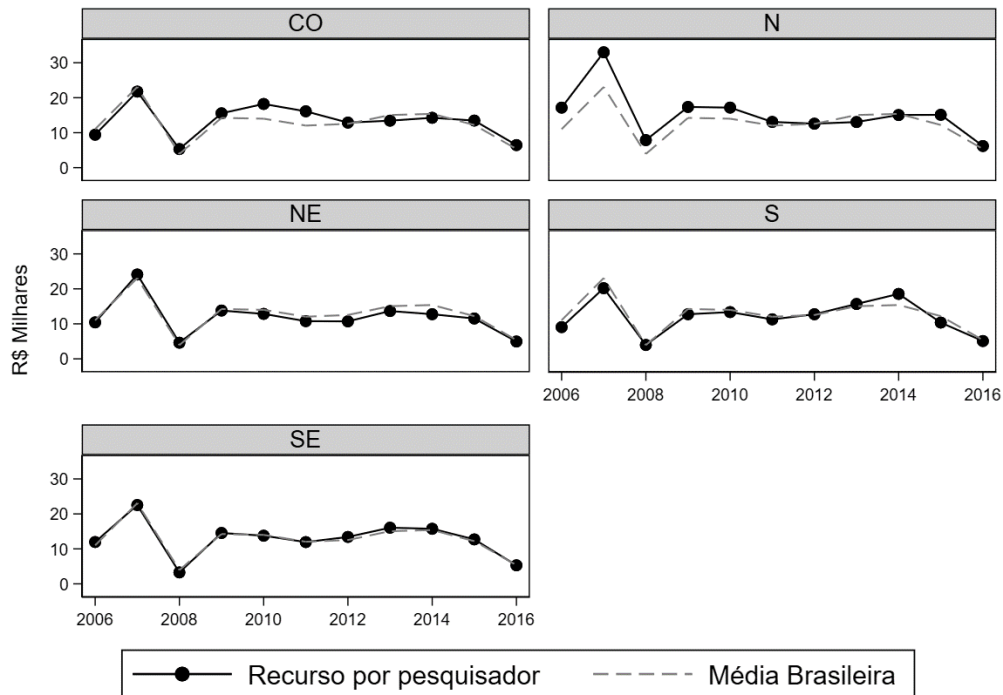
³ Saúde, educação e assistência social.

⁴ Dados obtidos mediante solicitação direta à DGTI/CNPq.

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

pesquisadores na região. Além disso, é perceptível ao longo do período o diferencial de recursos entre as regiões, sendo o Sudeste a região mais representativa em relação ao total (%), com recursos superiores à média em todos os anos da amostra.

Figura 1 Brasil e regiões: recursos dos Fundos Setoriais destinado ao CNPq entre 2006 e 2016⁵ por pesquisadores (R\$ milhares)



Fonte: Elaboração própria, baseada nos dados disponibilizados pela DGTI/CNPq (2016).

No que se refere à taxa de crescimento dos Fundos Setoriais entre o período de 2006 a 2015, a região Centro-Oeste apresentou a maior taxa de crescimento, seguida do Sudeste (Tabela 1); contudo, o Centro-Oeste é uma das regiões com o menor montante de recursos aportados ao longo dos anos, ficando atrás apenas da região Norte.

Tabela 1 Taxa de crescimento dos recursos destinados à pesquisa científica em ações do CNPq entre 2006 e 2015

Região	Fundo Setorial Total: 2006-2015	Fundo CT-Energ: 2006-2015
Centro-Oeste (CO)	15,16	-18,45
Norte (N)	0,75	-25,33
Nordeste (NE)	4,47	-12,04

⁵ A análise descritiva preliminar considerou o período de 2006 a 2016 da base de dados disponibilizada pela DGTI/CNPq. A fim de fundamentar o recorte temporal da análise econométrica, foram identificados os períodos de descontinuidade na liberação de recurso.

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Sul (S)	5,24	-9,80
Sudeste (SE)	7,07	-16,27

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados disponibilizados pela DGTI/CNPq (2016).

Já em relação à taxa de crescimento do CT-Energ, os dados na Tabela 1 mostram uma taxa negativa em todas as regiões brasileira, devido às oscilações e descontinuidades na liberação de recurso. Dado que os esforços de desenvolvimento científico e tecnológico requerem estabilidade econômica, organizacional e institucional, esse resultado de instabilidade, acrescido da ausência de políticas energéticas bem delineadas e de um planejamento de longo prazo, pode conduzir a direções opostas em relação à transição energética realizada em diversos outros países, como na Europa (Bointner *et al.*, 2016) e na China (Yu *et al.*, 2016), por exemplo. Nesse contexto, torna-se necessário apresentar com maior minúcia o financiamento para pesquisa no setor energético brasileiro, o CT-Energ.

2.2 Financiamento à pesquisa em energia renovável no Brasil: uma lacuna preenchida pelo Fundo Setorial de Energia?

Um importante marco legal no setor elétrico foi a criação do CT-Energ em 2000, que, embora não tenha apresentado uma finalidade direcionada às fontes renováveis de energia, consiste em recurso de maior relevância nos aspectos de investimento público no setor energético.

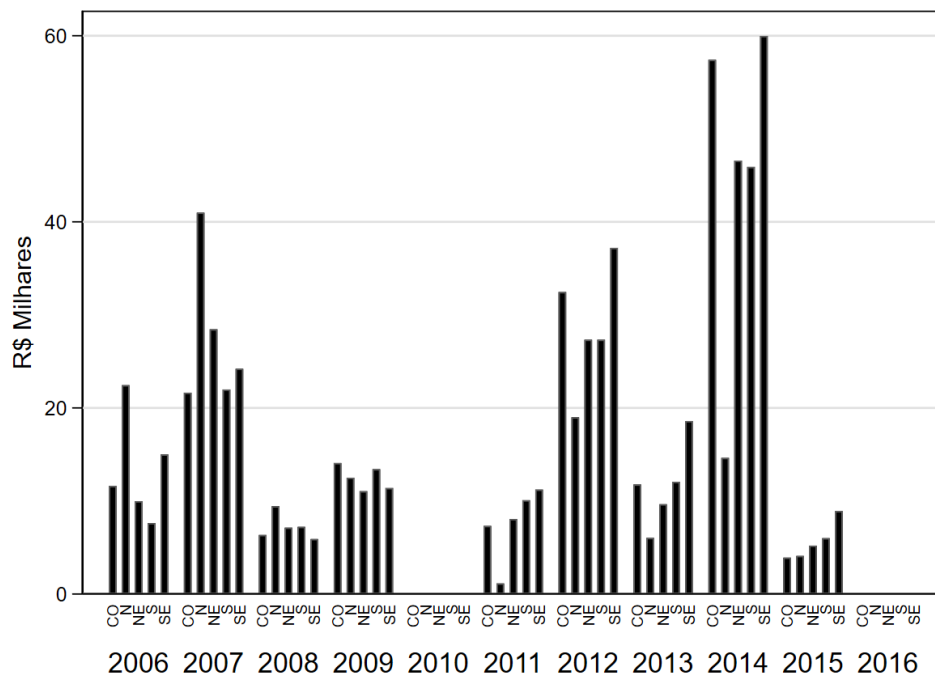
Supervisionado pela ANEEL, a obrigatoriedade da aplicação de recursos em P&D pelas empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia tem origem na Lei nº 9.991/2000, que direciona parte do recurso para o financiamento de atividade em P&D, compreendendo: i) projetos de pesquisa científica e tecnológica; ii) desenvolvimento tecnológico experimental; iii) desenvolvimento em tecnologia industrial básica; iv) implantação de infraestrutura para atividades de pesquisa; v) formação e capacitação de recursos humanos qualificados; e vi) difusão do conhecimento científico e tecnológico (CGEE, 2001).

Segundo Santos (2015), entre o período de 1999-2012 o principal Fundo Setorial de

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

contratação de projetos de ERs⁶ foi o CT-Energ, com um total de 647 projetos; seguido pelo CT-Transversal, com 597; o CT-Infra, com 95; o CT agro, com 109; o CT-Petro, com 173; o CT-Amazônia, com 10; o CT-Hidro, com 52, e os demais, com 87. Entre esses projetos, 736 foram na região Sudeste, seguidos por 498 no Nordeste, 366 no Sul, 155 no Centro-Oeste e 138 no Norte. E nessa perspectiva, a fim de minimizar as disparidades regionais, a Lei nº 9.991/2000 prevê critérios de distribuição de que, no mínimo, 30% dos recursos sejam aplicados em projetos de pesquisas nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste (Costa; Fernandes, 2011).

Figura 2 Distribuição regional do CT-Energia, 2006-2016 (R\$ milhares)



Fonte: Elaboração própria, baseada nos dados disponibilizados pela DGTI/CNPq (2016).

Embora haja uma trajetória de crescimento no financiamento em projetos de P&D em ERs com recursos do FNDCT (Santos, 2015), ao longo dos anos o recurso do FNDCT foi marcado com oscilações e descontinuidades, de tal modo que em 2010 e 2016 não houve nenhum registro do repasse na base de dados disponibilizada pela DGTI/CNPq (Figura 2). De acordo com Costa e Fernandes (2011), o percentual (%) da arrecadação anual obtido com os dados da Assessoria de Captação de Recursos da Secretária Executiva do MCTI para o ano de 2010 registrou queda de -91,62%.

⁶ Dados obtidos por meio de entrevistas, ver Santos (2015).

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Cabe destacar que o período entre 2011 e 2015 coincide com uma política econômica expansionista no Brasil, gerando aumento da taxa de crescimento do gasto público em relação ao PIB. Assim, diante desse cenário, o CT-Energ apresentou um *boom* no desembolso de projetos em 2014, período em que os demais Fundos Setoriais também apresentaram crescimento.

Todavia, os dados chamam atenção para a região Norte, que embora possua uma das maiores Usinas Hidrelétricas do país apresentou participação ínfima em relação às demais regiões. Apenas três – Amazonas, Pará, e Tocantins – dos sete estados receberam financiamento em toda a série analisada, o que pode estar refletindo uma infraestrutura de base científica menos consolidada, relativamente às outras regiões com centros de pesquisas mais avançados. Em outras palavras, esses dados sugerem uma menor capacidade de acumulação de competências locais na região Norte, sendo estas obrigadas a migrarem para centros de pesquisas com maior incentivo às atividades, ou ainda a permanecerem subutilizadas (Costa; Fernandes, 2011) – em ambos os casos a disparidade científica-tecnológica regional é intensificada.

O comportamento do CT-Energ corroborou os demais Fundos, ou seja, apresentou oscilação do recurso e alta disparidade regional. Entretanto, a criação do CT-Energ consiste em um avanço institucional imprescindível para o fomento à PD&I em fontes renováveis e, apesar de ter sido pouco expressivo em termos relativos, ainda é o recurso mais importante para o setor.

Segundo Cruz e Bezerra (2017), é imprescindível não só ampliar o investimento no avanço das ERs, como também difundir estudos de pesquisa básica nessa área. Entre 2000 e 2012, os dados do IBGE sinalizaram que o Brasil estava caminhando na contramão das Convenções Internacionais sobre Desenvolvimento Sustentável, com o aumento do uso de energia não renovável.

Em comparação aos Estados Unidos e Alemanha, o Brasil aporta recursos ínfimos na P&D em ERs e com baixos incentivos para o desenvolvimento de tecnologias de ponta, ainda que o país apresente uma matriz energética mais limpa. Não obstante, é perceptível a baixa interação entre empresas/IPs e universidades no Brasil, ressaltando a fragilidade entre as redes de cooperações do conhecimento científico e tecnológico (Santos, 2015), fatores prejudiciais à maturidade do Sistema de Inovação (Costa; Fernandes, 2011).

Em linhas gerais, as fontes de financiamento direcionadas à pesquisa em ERs ainda

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

são pouco diversificadas. Nesse sentido, o CT-Energ tem sido a principal modalidade de financiamento no setor, pois embora não seja voltado apenas para pesquisas em ERs, ainda assim tem preenchido essa lacuna. Por fim, para que essas tecnologias possam ganhar maturidade e competitividade com as tecnologias tracionais de energia, faz-se necessário ampliar as modalidades de fomento e traçar estratégias para que algumas áreas não sejam financiadas de forma mais excessiva do que outras. Uma dessas estratégias, por exemplo, poderia ser a elaboração de editais específicos para pesquisas voltadas às tecnologias renováveis.

3 Determinantes da pesquisa científica

A literatura aponta fatores determinantes da produção científica, sendo estes de natureza observáveis (características dos pesquisadores e ambiente institucional, por exemplo) e não observáveis (o interesse em resolver um problema e o seu prestígio, por exemplo).

Há um extenso debate que enfatiza a contribuição da pesquisa científica para o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico (Nelson, 1959; Arrow, 1962; Katz, 1999 apud Kossi *et al.*, 2016). Segundo Negri (2018), a ciência gera externalidades positivas para a sociedade como um todo, ou seja, a produção de conhecimento cria um ambiente de vantagens positivas não só para quem a produz – ou a financia –, mas sim para todos os indivíduos.

Fatores como *spillovers* de conhecimento e acesso a mais financiamento ou a melhores equipamentos também provocam uma externalidade positiva sobre o aumento na produtividade individual (Kossi *et al.*, 2016). No que se refere ao financiamento da pesquisa, é possível identificar um dilema comum no setor privado: dado que o conhecimento se torna um bem público, as empresas tendem a realizar investimentos mais tímidos na produção científica e, de modo geral, acabam financiando mais fortemente a pesquisa aplicada e o desenvolvimento de produtos. Resultando, portanto, em uma dependência mais significativa do financiamento público para a produção científica, não só em países periféricos, mas também em países desenvolvidos (Negri, 2018).

O reconhecimento acadêmico, o retorno financeiro e a satisfação obtida com a resolução de um enigma da ciência são apontados como principais determinantes para o engajamento de pesquisadores em áreas com alto grau de novidade, por exemplo, as energias

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

renováveis, a biotecnologia e a nanotecnologia (Katz, 1999).

Naturalmente, o sistema de reconhecimento acadêmico gera a ocorrência de grande concentração na produção científica (Merton, 1968). Criada em 1926, a Lei de Lotka consiste em uma função de probabilidade da produtividade, que descreve uma concentração da produção nas mãos de poucos pesquisadores, de modo que, à medida que se publica, haverá maior facilidade em publicar um novo trabalho e, nesse sentido, os pesquisadores tendem a ganhar mais reconhecimento e acesso a recursos (Ferreira, 2010). Assim, o reconhecimento é obtido a partir da persistência na atuação dos pesquisadores, sendo esse um fenômeno que ficou conhecido como “efeito Mateus”.

O “efeito Mateus” foi denominado por Merton (1968) como um fenômeno de disparidade científica, resultante do sistema de reconhecimento acadêmico e financiamento a pesquisa, ou seja, a má distribuição de reconhecimento no ambiente científico. Segundo o autor, “para todo aquele que tem será dado, e ele terá em abundância. Mas àquele que não tem, será tirado até mesmo o que ele tem” (Merton, 1968, p. 58). Em outras palavras, esse efeito possui similitudes com as vantagens cumulativas, estando relacionada com o fato de que pesquisadores com melhor reputação possuem tendência maior ao reconhecimento e à visibilidade, sobretudo comparando-os com pesquisadores iniciantes (Stephan, 2010).

Em relação às motivações intrínsecas à produção individual, a literatura destaca algumas características observáveis que distinguem e influenciam um grupo de indivíduos a produzirem mais que outros, entre os quais destacam-se: gênero, grau de escolaridade, anos de estudo e/ou idade, estoque de conhecimento, a instituição de formação e a região em que reside o pesquisador.

A questão de gênero na produtividade individual acadêmica tem sido elemento central em diversos estudos. As pesquisas pontuam uma intensa disparidade no número de publicações entre homens e mulheres (Fox, 2005; Stephan, 2010; Braga *et al.*, 2014). Nas análises realizadas por Fox (2005, p. 135), “as mulheres têm quase duas vezes mais probabilidade do que os homens de publicar zero ou um artigo (mulheres 18,8%, homens 10,5%), enquanto homens são duas vezes mais propensos do que as mulheres de publicar 20 ou mais artigos no período (homens 15,8%, mulheres 8,4%)”.

Segundo Stephan (2010), a questão é frequentemente estudada em termos de demanda *versus* oferta, ou seja, se a produtividade feminina é menor devido aos atributos específicos – características familiares, por exemplo – ou se o ambiente acadêmico oferta

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

menos oportunidades em relação às decisões de contratação e financiamento. Contudo, o autor pontua que não há essa dicotomia, pois ambos influenciam tais resultados. Em concordância, Braga *et al.* (2014) constatou a predominância de autoria principal na produtividade científica de pesquisadores do sexo masculino. Os autores ainda identificaram a concentração com uma predominância de primeiros autores do sexo masculino nas três áreas analisadas: ciências humanas, biológicas e exatas.

O grau de qualificação dos pesquisadores também foi apontado como um dos determinantes da produtividade científica. A literatura destaca que quanto maior o grau de escolaridade maior a probabilidade de desenvolver pesquisas (Negri, 2018). Ao mesmo tempo, os esforços em atividades de ensino exercem uma influência negativa sobre o desenvolvimento de pesquisas científicas (Kossi *et al.*, 2016). No geral, os incentivos de recompensas podem levar alguns pesquisadores a dedicarem mais tempo à pesquisa do que ao ensino. E, nesse sentido, a remuneração financeira desempenha claramente um importante papel na estrutura de recompensa da ciência (Stephan, 2010).

No que se refere a idade e ao pico de produtividade dos pesquisadores, a literatura econômica destaca a teoria do capital humano, que prevê um declínio da curva de produtividade ao longo do tempo. Outros estudos mencionam a influência da geração sobre a produtividade dos pesquisadores. “Mesmo não sendo estatisticamente perceptível uma mudança estrutural efetiva, a geração e transferência de conhecimento é uma prática relativamente nova para a cultura acadêmica brasileira e que necessita de amparo” (Rezende *et al.*, 2013, p. 125).

3.1 Evidências empíricas

No Brasil, os estudos empíricos de financiamento à P&D voltados para ERs, ainda são escassos, sobretudo, tratando-se do Fundo Setorial. Nesse sentido, o presente artigo adotou como referência principal o trabalho desenvolvido por Kannebley Jr. *et al.* (2013), cujo objetivo foi avaliar o impacto sobre a produtividade científica dos pesquisadores universitários envolvidos em projetos de pesquisa financiados pelos Fundos Setoriais entre 2000 e 2008. O estudo revelou um impacto positivo sobre a produção acadêmica dos pesquisadores, com aumento estimado entre 5% e 6,1% na média do total de artigos publicados.

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Os resultados obtidos por Borges (2015) apresentam impactos positivos e significativos na produtividade científica de centros com maiores participações de pesquisadores bolsistas. As análises destacam que coordenadores ligados a laboratórios de multiatividades aumentam a produtividade. Entretanto, laboratórios intensivos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, ou laboratórios apenas intensivos em pesquisa, são menos produtivos, ressaltando, portanto, a importância das universidades na troca de conhecimento.

Em concordância, os resultados econométricos obtidos por Hayne e Wyse (2017) mostraram que o número de programas de pós-graduação, o número de mestres e doutores, da população brasileira e os gastos com P&D são linearmente correlacionados com a evolução dos artigos no Brasil no período de 1994 a 2014. Nesse contexto, o financiamento da pesquisa científica é uma das principais variáveis *input* da geração de conhecimento, não obstante, “esta variável também é fundamental para o crescimento econômico por meio de conhecimento que, uma vez aplicado, aumenta a riqueza e a prosperidade por meio da geração de novas tecnologias” (Hayne; Wyse, 2017, p. 14).

Os autores Kossi *et al.* (2016) utilizaram o número de artigos publicados durante os quatro anos anteriores ao financiamento – ponderado pela qualidade da publicação e o número de coautores como um índice de produção científica individual –, identificando uma distribuição assimétrica, que converge para o efeito Mateus abordado na literatura. No que se refere à qualidade da produção científica, ao analisar o impacto da Pesquisa Nacional de Ciência e Tecnologia do Chile Fundo (FONDECYT), Benavente *et al.* (2012) não identificaram nenhum efeito significativo, entretanto o financiamento apresentou um impacto positivo em termos de publicação.

4 Estratégia econométrica

4.1 Modelo empírico

A fim de analisar a contribuição do Fundo Setorial de Energia do FNDCT no tocante à sua capacidade de fomento à pesquisa científica em energias renováveis no Brasil, neste artigo será adotado um modelo Logit, em que a variável resposta binária modela a ocorrência

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

da publicação de artigos em ERs, para uma amostra de pesquisadores que tiveram acesso ao recurso, pelo menos uma vez durante a série analisada.

Suponha que a propensão a publicação de artigos científicos em ERs ($ART_{i,t}^*$) esteja associada ao retorno que essa atividade produz ao pesquisador ($U_{i,t}$) em relação ao esforço implícito na atividade em um determinado ano ($D_{i,t}$): $ART_{i,t}^* = U_{i,t} - D_{i,t}$. Supõe-se que a propensão a publicação em ERs depende não apenas de características individuais, de localização e de produção dos pesquisadores ($\mathbf{Z}_{i,t}$), mas também do possível financiamento em CT-Energ ($FS_{i,t}$):

$$ART_{i,t}^* = \alpha_0 FS_{i,t} + \alpha_1 (FS_{i,t} \times FS_{i,t}) + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\beta} + (FS_{i,t} \times \mathbf{Z}_{i,t}) \boldsymbol{\gamma} + \delta_t + \varepsilon_{i,t}, \quad (1)$$

em que δ_t são efeitos constantes de tempo, $\varepsilon_{i,t}$ é o termo de erro. Assumem-se um efeito quadrático em FS (possível retornos decrescentes) e efeitos de interação entre o financiamento e as características observáveis.

Embora $ART_{i,t}^*$ seja não observável (variável latente), é possível modelar o total de publicações em um determinado período. Se o retorno líquido da atividade for positivo, assume-se que alguma publicação ocorra para o pesquisador:

$$ART_{i,t} = \begin{cases} 1, & \text{se } ART_{i,t}^* > 0 \\ 0, & \text{se } ART_{i,t}^* \leq 0, \end{cases} \quad (2)$$

em que $ART_{i,t} = 1$ representa uma quantidade positiva de publicações em ERs em um certo ano. Nesse contexto, a probabilidade de sucesso em uma ou mais publicações será dada por:

$$\begin{aligned} P(ART_{i,t} = 1 | FS_{i,t}, \mathbf{Z}_{i,t}) &= P[\alpha_0 FS_{i,t} + \alpha_1 (FS_{i,t} \times FS_{i,t}) + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\beta} + (FS_{i,t} \times \mathbf{Z}_{i,t}) \boldsymbol{\gamma} + \delta_t + \varepsilon_{i,t} > 0] \\ &= P[-\varepsilon_{i,t} > \alpha_0 FS_{i,t} + \alpha_1 (FS_{i,t} \times FS_{i,t}) + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\beta} + (FS_{i,t} \times \mathbf{Z}_{i,t}) \boldsymbol{\gamma} + \delta_t] \\ &= F[\alpha_0 FS_{i,t} + \alpha_1 (FS_{i,t} \times FS_{i,t}) + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\beta} + (FS_{i,t} \times \mathbf{Z}_{i,t}) \boldsymbol{\gamma} + \delta_t], \end{aligned} \quad (3)$$

em que $F[\alpha_0 FS_{i,t} + \alpha_1 (FS_{i,t} \times FS_{i,t}) + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\beta} + (FS_{i,t} \times \mathbf{Z}_{i,t}) \boldsymbol{\gamma} + \delta_t]$ é a função de distribuição acumulada do termo de erro. A chance (*odds*) de publicação será calculada como:

$$\Theta(FS_{i,t}, \mathbf{Z}_{i,t}) = P(ART_{i,t} = 1 | FS_{i,t}, \mathbf{Z}_{i,t}) [1 - P(ART_{i,t} = 1 | FS_{i,t}, \mathbf{Z}_{i,t})]^{-1}. \quad (4)$$

Admitindo-se que o erro segue uma distribuição logística, o log das chances, ou Logit, é dado por

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

$$\log \Theta(\text{FS}_{i,t}, \mathbf{Z}_{i,t}) = \alpha_0 \text{FS}_{i,t} + \alpha_1 (\text{FS}_{i,t} \times \text{FS}_{i,t}) + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\beta} + (\text{FS}_{i,t} \times \mathbf{Z}_{i,t}) \boldsymbol{\gamma} + \delta_t, \quad (5)$$

cujos parâmetros podem ser estimados por máxima verossimilhança (Wooldridge, 2010). Sob o modelo Logit, o efeito parcial de FS sobre a probabilidade de sucesso é tal que:

$$\frac{\partial P(\text{ART} = 1 | \text{FS}_{i,t}, \mathbf{Z}_{i,t})}{\partial \text{FS}} = F \left[\alpha_0 \text{FS}_{i,t} + \alpha_1 (\text{FS}_{i,t} \times \text{FS}_{i,t}) + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\beta} + (\text{FS}_{i,t} \times \mathbf{Z}_{i,t}) \boldsymbol{\gamma} + \delta_t \right] \times \left\{ 1 - F \left[\alpha_0 \text{FS}_{i,t} + \alpha_1 (\text{FS}_{i,t} \times \text{FS}_{i,t}) + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\beta} + (\text{FS}_{i,t} \times \mathbf{Z}_{i,t}) \boldsymbol{\gamma} + \delta_t \right] \right\} \times [\alpha_0 + 2\alpha_1 \text{FS}_{i,t} + \mathbf{Z}_{i,t} \boldsymbol{\gamma}], \quad (6)$$

e o efeito marginal médio (AME) é calculado como:

$$\text{AME} = \frac{1}{NT} \sum_t \sum_i \frac{\partial P(\text{ART} = 1 | \text{FS}_{i,t}, \mathbf{Z}_{i,t})}{\partial \text{FS}}. \quad (7)$$

O vetor $\mathbf{Z}_{i,t}$ contém as seguintes características de controle:

$$\mathbf{Z}_i = \begin{bmatrix} \text{Prod.out}_{i,t} \\ \text{Estoq}_{i,t} \\ \text{Anais}_{i,t} \\ \text{Gênero}_i \\ \text{Título}_i \\ \text{Inst}_i \\ \text{Região}_i \end{bmatrix}.$$

$\text{FS}_{i,t}$ é o financiamento CT-Energ, em unidades de R\$ 10.000,00;⁷ $\text{Prod.out}_{i,t}$ corresponde à produção científica de artigos (quantidade de artigos publicados) em outras áreas; $\text{Estoq}_{i,t}$ são *dummies* discretas que capturam o acúmulo de conhecimento (quantidade de produção científica em ERs) dos três anos anteriores ao recebimento do recurso (excluindo o ano corrente);⁸ $\text{Anais}_{i,t}$ corresponde à soma de publicações em anais na área de ERs nos três últimos anos (excluindo o ano corrente);⁹ Gênero_i é uma *dummy* para o gênero do pesquisador (1 se for homem, 0 caso contrário); Título_i é uma *dummy* de titulação do pesquisador (1 se for doutor, 0 caso contrário); Inst_i são *dummies* que correspondem à USP, UNICAMP, UFRJ;¹⁰ Região_i são *dummies* para as regiões do país. Os dados correspondem

⁷ Variável padronizada, dado que o desvio padrão sinalizou elevada dispersão em torno da média do financiamento. Deflacionada via IPCA acumulado (ano base 2016).

⁸ Variável *dummy* padronizada em categorias que variam entre 0 e 6, obtida pelo somatório da produção científica em ER nos três anos anteriores ao recebimento do recurso. Em linhas gerais, espera-se que quanto maior o estoque de conhecimento maior a inserção do pesquisador na área, portanto um efeito positivo sobre a sua produção na temática.

⁹ Variável *dummy* obtida pelo somatório de artigos em ER publicados em anais de eventos nos três anos anteriores ao recebimento do recurso.

¹⁰ Variável *dummy* correspondente às instituições de formação acadêmica de doutorado dos pesquisadores. Tomou-se como base o *Ranking* Universitário Folha (2016) – Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2016/>. Acesso em: 22 set. 21 – que faz uma classificação geral das

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

ao período 2011 a 2015.

A fim de melhor identificar a contribuição das instituições de pesquisas e o efeito regional sobre a produção científica em ERs, serão realizadas estimações com estratégias adicionais. No primeiro momento, adicionando *dummies* correspondente às Instituições (USP, UNICAMP, UFRJ). Posteriormente, adicionando *dummies* para cada região do país. Por fim, para efeito de comparação dos resultados do Logit, o modelo da equação 1 também será estimado a partir dos modelos Probit, Tobit e Poisson em *pooling*.

4.2 Base de dados e critério de seleção de variáveis

Os seguintes procedimentos foram realizados para a construção da base de dados: i) identificar na base de financiamento do CT-Energ fornecida pela DGTI/CNPq os pesquisadores doutores e doutorandos que obtiveram acesso ao recurso pelo menos em um edital da série analisada, sendo esse o critério de seleção de indivíduos; ii) identificar os períodos de descontinuidade na liberação do recurso, sendo esse o critério adotado para o recorte temporal da análise econométrica no período de 2011 a 2015;¹¹ e iii) extrair informações individuais dos pesquisadores por meio da Plataforma *Lattes/CNPq*. As variáveis escolhidas partiram de um levantamento teórico e empírico na literatura, a fim de identificar as mais relevantes para explicar a produção científica.

Entende-se que tanto doutores quanto doutorandos são *inputs* para mensurar a capacidade de realização da P&D no setor de ERs (Santos, 2016). E, embora seja uma “subárea” concentrada na área macro das engenharias, os pesquisadores de outras áreas – como ciências agrárias e ciências biológicas, por exemplo – também têm apresentado participações em projetos de ERs. Segundo Santos (2015), os pesquisadores de graduação e pós-graduação equivalem a 55% dos pesquisadores vinculados às infraestruturas de ERs no Brasil, entre os quais possuem maior participação as áreas das engenharias e das ciências da terra. Assim, optou-se por utilizar o número de doutores e doutorandos, independentemente da área macro de concentração, como o *input* representativo ao número de pesquisadores,

universidades. Essa classificação é a mais pertinente para o presente trabalho considerando que o CT-Energ financia projetos de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento.

¹¹ Formando um período contínuo de cinco anos de liberação do recurso, com os dados mais recentes da base disponibilizada.

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

sendo esse o critério de seleção para a coleta de dados do *Lattes/CNPq*.

O universo da base de dados de financiamento disponibilizada pela DGTI/CNPq foi de 15.819 pesquisadores, contemplando o período de 2006 a 2016; contudo nos anos de 2010 e 2016 não houve registro de pesquisadores contemplados, sendo esse o critério de recorte. Entre o período de 2011 e 2015 um total de 1.706 pesquisadores obteve acesso ao recurso do CT-Energ do FNDCT. Desse grupo, foi retirada uma amostra de 396 pesquisadores doutores e doutorandos, a partir dos quais realizou-se o levantamento dos dados individuais nos currículos registrados na Plataforma Lattes/CNPq. A base disponibilizada pela DGTI/CNPq contempla o número de pesquisadores que receberam recursos, classificadas por Fundo, nome do programa macro, a instituição, a área, a região e o valor do recurso recebido.

A literatura aponta diversos impactos do recurso, público e privado, sobre os níveis de crescimento e desenvolvimento da pesquisa, “no Brasil, principalmente no âmbito das universidades públicas, o fomento governamental é imprescindível para o desenvolvimento de pesquisa e consequente geração de inovações, visto que as parcerias com o setor privado ainda são insuficientes” (Rezende *et al.*, 2013, p. 19). O Quadro 2 apresenta as variáveis utilizadas neste estudo e o referencial teórico e empírico que serviu como base.

Quadro 2 Variáveis selecionadas

Variável	Descrição da fonte	Sinal esperado	Referencial teórico e empírico
Art (Dependente)	Número de artigos científicos (<i>proxy</i> da produção científica)	n/d	Albuquerque <i>et al.</i> (2002); Kannebley Jr. <i>et al.</i> (2013); Borges (2015); Kossi <i>et al.</i> (2016); Hayne e Wyse (2017).
FS (Explicativa)	Financiamento FNDCT: Fundo Setorial	+	Kannebley Jr. <i>et al.</i> (2013); Pereira (2005); Santos (2015).
Prod._Out. (Controle)	Produção de artigos científicos em outras áreas	-	Kannebley Jr. <i>et al.</i> (2013).
Estoq (Controle)	Estoque de conhecimento do pesquisador	+	Kannebley Jr. <i>et al.</i> (2013); Kossi <i>et al.</i> (2016).
Anais (Controle)	Produção em Anais de congressos e eventos	+	Stephan, 2010.
Gênero (Controle)	Gênero, sendo 1 para pesquisadores do sexo masculino	+	Rezende <i>et al.</i> (2013); Kannebley Jr. <i>et al.</i> (2013); Fox (2005); Stephan, 2010; Braga, <i>et al.</i> (2014).
Título (Controle)	Título, sendo 1 para pesquisadores doutores e 0 para doutorandos	+	Figueiredo; Alvarenga; Cavalcante (2011); Hayne; Wyse (2017); Santos (2016); Negri (2018).
Inst. (Controle)	Instituições USP, UNICAMP e UFRJ de formação acadêmica no doutorado	+	Kannebley Jr. <i>et al.</i> (2013).

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Região (Controle)	Região, sendo uma <i>dummy</i> para cada região do Brasil	+	Kannebley Jr. <i>et al.</i> (2013); Santos (2016).
-----------------------------	---	---	--

Fonte: Elaboração própria.

Embora o presente artigo tenha particularidade de ineditismo, assumem-se algumas limitações: i) o recurso do FNDCT direcionado ao CNPq consiste em uma parcela do recurso destinado à pesquisa científica; e ii) mesmo que o CT-Energ tenha finalidade de fomentar a pesquisa no setor de energia, as ações transversais captam parte desse recurso, portanto, naturalmente, haverá profissionais de diversas áreas e finalidades distintas sendo contemplados pelos editais. Contudo, essa análise é extremamente relevante para o direcionamento de políticas públicas e para as discussões em torno do crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável.

5 Análises e discussões

Um dos grandes desafios para a transição energética limpa no Brasil consiste na falta de financiamento e de instrumento direcionado à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico das fontes renováveis. Embora os recursos dos Fundos Setoriais apresentem discontinuidades, os recursos destinados ao CT-Energ têm sido o principal instrumento de fomento direcionado à produção científica de pesquisas em ERs. Concomitantemente, nos últimos anos os dados apontam crescimento significativo da produção científica em ERs, seguindo uma tendência mundial (WOS, 2020).

Tabela 2 Estatísticas descritivas

Variáveis	Obs.	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Artigos em ER	396	0,696	1,745	0	11
FS (em R\$)	396	98647,88	173464,1	463,47	1564507,00
Prod.out	396	1,070	2,365	0	15
Estoque	396	1,742	4,314	0	38
Anais	396	2,047	4,606	0	35
Gênero	396	0,699	0,459	0	1
Título	396	0,757	0,429	0	1
Inst.	396	0,214	0,411	0	1

Fonte: Elaboração própria, com base nas estimações.

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Com uma amostra de 396 observações, os dados de produção científica ressaltam que a média de publicação em outras áreas (1,07) foi superior à média de artigos em ERs (0,69). Apenas 22,01% dos pesquisadores publicaram um ou mais artigos em energia renovável no período, e 34,91% publicaram um ou mais artigos em outras áreas. Além disso, chama-se atenção para o desvio padrão do CT-Energ, ao qual indica uma elevada dispersão em torno da média do financiamento sendo, portanto, esse o critério de padronização adotado nas estimações.

Tabela 3 Estimativa dos efeitos marginais médios (AME)

Variáveis (1)	Logit (2)	Probit (3)	Tobit (4)	Poisson (5)
FS	0,023** (0,010)	0,023** (0,009)	0,001 (0,001)	0,001 (0,002)
Prod.out	- 0,115*** (0,037)	- 0,116*** (0,036)	- 0,009** (0,003)	- 0,092** (0,037)
Estoque 1	0,134*** (0,049)	0,131** (0,049)	0,237** (0,101)	0,243*** (0,089)
Estoque 2	0,136* (0,075)	0,133* (0,077)	0,200** (0,082)	0,249*** (0,082)
Estoque 3	0,084** (0,057)	0,076 (0,052)	0,344*** (0,103)	1,626 (7,014)
Estoque 4	0,508*** (0,095)	0,514*** (0,118)	0,622*** (0,117)	0,591*** (0,186)
Estoque 5	0,484*** (0,125)	0,477*** (0,113)	0,647*** (0,109)	0,671*** (0,194)
Estoque 6	0,539*** (0,101)	0,520*** (0,081)	0,621*** (0,118)	0,624*** (0,176)
Anais	0,046*** (0,008)	0,048*** (0,008)	0,024*** (0,007)	0,007*** (0,002)
Gênero	0,043* (0,026)	0,043* (0,245)	0,026 (0,032)	0,020 (0,036)
Título	- 0,035 (0,040)	- 0,041 (0,037)	- 0,076 (0,052)	- 2,286 (19,138)
Inst.	- 0,058** (0,209)	- 0,059** (0,028)	- 0,046 (0,035)	- 0,041 (0,046)
FS				
Estoque 1	0,027** (0,012)	0,026** (0,011)	- 0,002 (0,008)	0,003 (0,011)
Estoque 2	0,034 (0,032)	0,035 (0,034)	- 0,011*** (0,003)	- 0,018 (0,012)
Estoque 3	0,037*** (0,013)	0,035*** (0,011)	0,017*** (0,005)	0,099 (0,485)
Estoque 4	0,104 (0,072)	0,103*** (0,032)	0,009* (0,005)	0,016 (0,022)
Estoque 5	0,076*** (0,029)	0,073*** (0,022)	0,005 (0,003)	0,017 (0,025)
Estoque 6	0,162*** (0,027)	0,160*** (0,024)	0,003 (0,004)	0,014 (0,022)
Título	0,014 (0,010)	0,014 (0,010)	0,000 (0,001)	- 0,000 (0,002)
Inst.	0,025** (0,009)	0,025*** (0,009)	0,001 (0,002)	0,002 (0,004)

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Título				
Gênero	- 0,060 (0,055)	- 0,043** (0,022)	- 0,102 (0,061)	- 2,370 (19,251)
Inst.	- 0,152** (0,071)	- 0,147** (0,070)	- 0,144 (0,111)	- 2,76 (21,068)
N.	394	394	396	396
LR Chi2	95,50	122,84	-	570,22
Prob.>Chi2	0,00	0,00	0,00	0,00
Pseudo R2	0,64	0,64	0,69	0,30

Fonte: Elaboração própria, com base nas estimações. Nota: 1) erros padrão robusto em parênteses; 2) estatisticamente significativo a *** 1%, ** 5%, * 10%.

A Tabela 3 apresenta as estimativas do efeito marginal médio (AME) para as variáveis, a partir dos modelos Logit, Probit, Tobit e Poisson em *pooling*. Com um efeito estatisticamente significativo (5%) no modelo Logit, o CT-Energ apresentou um AME positivo de 2,23% sobre a probabilidade de publicação em ER dado um incremento de R\$10.000,00 no financiamento (tudo o mais constante). Uma evidência interessante nesse resultado é que, embora a média de publicação em outras áreas tenha sido superior à produção em ERs, ainda assim o financiamento do CT-Energ apresentou um efeito positivo, corroborando o arcabouço teórico e empírico da importância do financiamento público para pesquisas científicas.

Em relação à variável de gênero (significativa a 10%), os resultados apontam para um incremento marginal médio de 4,3% para homens frente às mulheres sobre a probabilidade de se publicar um artigo em ER. Esse resultado converge com a análise apresentada por Fox (2005), que destaca que os homens são duas vezes mais propensos a publicarem um número significativo de artigos, enquanto as mulheres tendem a publicar zero ou um artigo.

Similarmente ao efeito encontrado nos demais modelos, a variável de produção em outras áreas (significativa a 5%) apresentou um AME negativo de 11,5% sobre a probabilidade de publicação em ER para um incremento unitário de publicação em outra área. Possivelmente esses resultados seriam diferentes se as áreas fossem complementares ou relacionadas, a coautoria em artigos de sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável, por exemplo.

O estoque do conhecimento foi destacado na literatura como uma variável importante para a produtividade científica (Nelson, 1959). A fim de identificar o efeito marginal do aumento no número de publicações na área, a variável de estoque foi modelada como uma variável discreta via *dummies* para cada quantidade de publicação, com nível base em zero publicação. Os pesquisadores que publicaram seis ou mais trabalhos científicos foram

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

truncados com a *dummy* “Estoq 6”. Conforme esperado, os resultados mostraram-se estatisticamente significativos a 5% e com um AME positivo em todos os níveis de publicação.

De acordo com os resultados, pesquisadores que publicaram cinco artigos nos três últimos anos apresentam um AME positivo de 48,45% na probabilidade de publicação em relação ao nível base de zero publicação em ERs. Esse efeito é ainda maior quando se observam os pesquisadores na categoria de seis ou mais trabalhos publicados nos últimos três anos: AME de 53,95% em relação à categoria base. Uma possível explicação para esses resultados provém do comportamento dos pesquisadores na área, ou seja, um dos fatores determinantes da produtividade consiste na trajetória de pesquisa desenvolvida nos anos anteriores.

Comumente, pesquisadores que possuem elevado estoque de conhecimento possuem uma maior probabilidade de continuar publicando. Em concordância, a publicação em anais de eventos, congressos e outros apresentou um AME de 4,68% sobre a probabilidade de publicação em ERs para um incremento unitário na quantidade de anais. Nessa perspectiva, Kannebley Jr. *et al.* (2013) destacam que quanto mais experientes forem os pesquisadores, maior a sua produtividade em relação aos menos experientes.

Bointner *et al.* (2012) destacam que o incremento positivo do estoque de conhecimento pode sinalizar tendências tecnológicas, porém para evitar esforços duplos de investigações devem ser associados a iniciativas de transferência de conhecimento. E nesse aspecto destaca-se o papel das instituições de pesquisa/universidades.

A Tabela 4 apresenta as estratégias adicionais, a fim de melhor identificar a contribuição das instituições de pesquisas e o efeito regional sobre a produção científica em ERs. A interação do Fundo Setorial (FS) com instituições (Inst.) permitiu capturar o efeito marginal de pesquisadores que cursaram o doutorado nas principais instituições do país (USP, UNICAMP, UFRJ) com um incremento de R\$10.000,00 financiados com o CT-Energ do FNDCT. Essa estratégia apresentou aumento marginal de 2,28% sobre a produtividade de publicar artigos em ERs significativo a 5% (coluna 5). Corroborando o trabalho de Kannebley Jr. *et al.* (2013).

Ao analisar as estimativas individuais dessas instituições percebe-se um AME positivo e significativo da UNICAMP em 9%, contudo, um AME negativo e significativo da UFRJ em 8%. Esses resultados sinalizam uma possível especialização de pesquisas em ERs

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

na UNICAMP e uma possível especialização de pesquisas em outras áreas na UFRJ, a partir dos recursos do CT-Energ. Contudo, sugere-se uma investigação mais detalhada do ambiente institucional em relação às suas linhas de pesquisas e aos seus efeitos sobre a produção científica.

Outro aspecto relevante para a compreensão dos determinantes da produção científica consiste no efeito de dimensão regional, dado que algumas regiões possuem capacidades de P&D e instituições de pesquisas mais consolidadas (Santos, 2016).

Tabela 4 Estimativa dos efeitos marginais médios com estratégias adicionais de interação do Fundo Setorial (modelo Logit)

Variáveis (1)	AME (2)	Odds ratio (3)	Variáveis (4)	AME (5)	Odds ratio (6)
FS	0,022** (0,010)	0,885	FS	0,022** (0,010)	0,949
Prod.out	- 0,116*** (0,037)	0,089	Prod.out	- 0,117*** (0,037)	0,080
Estoque 1	0,126** (0,051)	1,059	Estoque 1	0,113** (0,057)	1,086
Estoque 2	0,133* (0,077)	0,879	Estoque 2	0,128 (0,081)	1,056
Estoque 3	0,082 (0,057)	0,311	Estoque 3	0,063 (0,055)	0,241
Estoque 4	0,510*** (0,094)	1,971	Estoque 4	0,382 (0,237)	2,431
Estoque 5	0,489*** (0,147)	4,743	Estoque 5	0,466*** (0,135)	3,461
Estoque 6	0,530*** (0,097)	0,0278	Estoque 6	0,512*** (0,122)	0,062
Anais	0,046*** (0,008)	1,475	Anais	0,049*** (0,009)	1,450
Gênero	0,043* (0,026)	-	Gênero	0,043* (0,026)	-
Título	- 0,033 (0,043)	6,848	Título	- 0,037 (0,041)	8,143
Inst.	- 0,052 (0,033)	2,697	USP	0,038 (0,069)	1,854
Nordeste	0,706*** (0,098)	146333,2	UNICAMP	0,090* (0,051)	3,781
Centro-Oeste	0,674*** (0,105)	86238,44	UFRJ	- 0,082* (0,047)	0,167
Sul	0,726*** (0,112)	204301,1	-	-	-
Sudeste	0,704*** (0,100)	142420,1	-	-	-
Norte	0,689*** (0,123)	110352,0	-	-	-
FS			FS		
Estoque 1	0,027*** (0,039)	1,840	Estoque 1	0,028 (0,017)	1,794
Estoque 2	0,033 (0,034)	2,000	Estoque 2	0,032 (0,033)	1,908

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Estoque 3	0,035*** (0,013)	2,193	Estoque 3	0,036*** (0,012)	2,211
Estoque 4	0,103*** (0,038)	4,405	Estoque 4	0,0770 (0,053)	2,949
Estoque 5	0,071** (0,028)	3,020	Estoque 5	0,083*** (0,030)	3,268
Estoque 6	0,161*** (0,025)	66,575	Estoque 6	0,156*** (0,027)	33,473
Título	0,013 (0,011)	0,626	Título	0,014 (0,010)	0,612
Inst.	0,025** (0,010)	0,903	Inst.	0,023* (0,021)	0,863

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

Tabela 4 Estimativa dos efeitos marginais médios com estratégias adicionais de interação do Fundo Setorial (modelo Logit)

			(continuação)		
<i>Título</i>			<i>Título</i>		
Gênero	- 0,055 (0,059)	1,437	Gênero	- 0,063 (0,056)	1,330
Inst.	- 0,159** (0,075)	0,063	Inst.	- 0,154** (0,057)	0,146
N.	394	394	N.	394	394
LR Chi2	-	-	LR Chi2	84,56	84,56
Prob.>Chi2	0,00	0,00	Prob.>Chi2	0,00	0,00
Pseudo R2	0,64	0,64	Pseudo R2	0,65	0,65

Fonte: Elaboração própria, com base nas estimações. Nota: 1) erros padrão robusto em parênteses; 2) estatisticamente significativo a *** 1%, ** 5%, * 10%.

A Tabela 4 (coluna 2) mostra um efeito marginal positivo e significativo a 5% do CT-Energ com a inclusão das variáveis regionais (Nordeste, Centro-Oeste, Sul, Sudeste e Norte) como variáveis de controle. Os resultados indicam aumento AME positivo de 2,22% sobre a probabilidade de produzir artigos de ERs, corroborando os resultados anteriores.

A produção em outras áreas apresentou um AME negativo de 11,61% sobre a probabilidade de publicação produção científica em ERs. Cabe mencionar que esse resultado sinaliza dois potenciais efeitos: i) pesquisadores tendem a se concentrar em uma área específica, portanto a produção em outras áreas apresentaria um efeito negativo sobre a produção científica em ERs; e ii) diante dos editais universais, haveria pesquisadores de diversas outras áreas sendo contemplados pelo edital do CT-Energ e, conseqüentemente, um efeito negativo sobre a produção científica em ERs.

No âmbito regional, os resultados apresentaram efeitos marginais positivos e significativos a 1% em todas as regiões. A região Sul destaca-se como a de maior efeito sobre o aumento da produção científica em ERs (72%), seguida das regiões Nordeste (70%), Sul (70%), Norte (68%) e Centro-Oeste (67%). Esse resultado corrobora as análises descritivas, pois conforme apresentado anteriormente, as regiões Norte e Centro-Oeste apresentaram participação ínfima do FNDCT em relação às demais regiões na série analisada. Assim, a fim de reduzir a disparidade científica-tecnológica regional, faz-se imprescindível não só fomentar CT&I, mas também direcionar os investimentos para as competências locais.

Embora o recurso do FNDCT tenha apresentado alguns desafios ao longo do tempo, um ponto-chave acerca das formas de incentivos destinados para P&D em ERs consiste no direcionamento do recurso sem interrupções, a fim de construir um ambiente de financiamento e fomento à pesquisa. Não obstante, seguindo países líderes nas

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

tecnologias renováveis, o Brasil precisa avançar em termos de infraestrutura de pesquisa e ampliar o nível de cooperação entre indústrias, empresas e universidades, para promover as tecnologias já existentes e obter maturidade nas tecnologias ainda em consolidação no país.

6 Considerações finais

Dado o grau de incerteza envolvido na atividade de ciência e pesquisa básica, os investimentos acabam sendo majoritariamente por meio de financiamento público. Adotando a premissa de que a ciência/pesquisa básica possui uma relação dinâmica com a inovação e exerce papel imprescindível no desenvolvimento das tecnologias energéticas, alguns países têm realizado vultosos investimentos no desenvolvimento científico e tecnológico das fontes de energias renováveis.

O Brasil ainda enfrenta grandes desafios para promover um ambiente compatível com a potencialidade dos seus recursos naturais. Atualmente, as fontes de financiamento à P&D e inovação orientadas para as ERs são pouco diversificadas. Tendo como desafio a carência de um recurso específico e consistente, direcionado à ciência e P&D dessas tecnologias, o financiamento do FNDCT destinado ao CNPq tem sido o principal instrumento de incentivo para o desenvolvimento de pesquisas científicas em ERs (Santos, 2015).

A fim de analisar a contribuição do Fundo Setorial de Energia do FNDCT no tocante à sua capacidade de fomento à pesquisa científica em energias renováveis no Brasil, utilizou-se de um modelo Logit para o período de 2011 a 2015. Os resultados, em termos gerais, apontaram aumento marginal médio (AME) de aproximadamente 2,3% sobre a probabilidade de publicação em ERs dado um incremento de R\$10.000,00 no financiamento pelo Fundo Setorial.

De acordo com os resultados, um incremento na produção se dá também a partir do estoque de conhecimento. Pesquisadores com um estoque de seis ou mais artigos apresentaram um efeito marginal médio positivo de mais de 50% sobre a probabilidade de publicar artigos em ERs, frente a pesquisadores com nenhuma publicação. Além desse resultado, a publicação em anais de eventos, congressos e outros também apresentou AME positivo sobre a probabilidade de publicação. Esses fatores sinalizam o diferencial que um

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

pesquisador atuante na área possui em relação aos pesquisadores iniciantes. No que se refere ao efeito do gênero, os resultados mostram AME de 4,3% sobre a probabilidade de publicação para pesquisadores do sexo masculino, em linha com a disparidade apontada pela literatura.

Outro efeito de destaque refere-se aos resultados das estimações com as estratégias adicionais de instituições de referência no país. Com aumento marginal de 2,28% sobre a produtividade de publicar artigos em ERs, os resultados sinalizam que um centro de referência em pesquisa pode ter um efeito positivo sobre o nível de produtividade. No âmbito regional, legalmente 30% dos recursos devem ser destinados às regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste, entretanto as regiões Sul e Sudeste apresentaram resultados superiores às demais regiões, sinalizando a disparidade científica-tecnológica regional.

Nesse contexto, os resultados apresentados dão suporte à importância do financiamento e de infraestruturas de pesquisas destinadas ao desenvolvimento científico e tecnológico das ERs. Entretanto, a fim de desenvolver um Sistema de Inovação em Energias Renováveis (SIER) maduro, faz-se imprescindível a atuação do Estado por meio de incentivos regulares e continuados de apoio ao setor, sobretudo no fomento de uma agenda de pesquisa capaz de identificar as “janelas de oportunidades” daquele que poderia ser um novo paradigma, envolvendo diferentes atores – instituições de pesquisas/universidades, setor produtivo, instituições financeiras e intermediárias – e absorvendo as capacidades locais/regionais.

Com um papel extremamente relevante para o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável no país, a maturidade dessas tecnologias renováveis adquiridas a partir da criação de capacitações e das competências locais colocaria o Brasil em um nível de competitividade tecnológica avançada em relação às tecnologias convencionais, diante das suas potencialidades naturais ainda subexploradas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. M.; SIMÕES, R.; BAESSA, A.; CAMPOLINA, B.; SILVA, L. A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 1, n. 2, p. 225-258, 2002.

ALBUQUERQUE, E. M. Produção científica e sistema nacional de inovação. *Ensaio FEE*,

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

v. 19, n. 1, p. 156-180, 1998.

ALBUQUERQUE, E. M. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. *Revista de Economia Política*, v. 16, n. 3, p. 56-72, 1996.

ANEEL. Fontes de Energia. *Banco de Informações de Geração (BIG)*. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/Combustivel.cfm>>. Acesso em: 29 abr. 2020.

BENAVENTE, J. M.; CRESPI, G.; GARONE, L. F.; MAFFIOLI, A. The impact of national research funds: A regression discontinuity approach to the Chilean FONDECYT. *Research Policy*, v. 41, n. 8, p. 1461-1475, 2012.

BORGES, R. L. A. *Produtividade científica e infraestrutura tecnológica*. 2015. 116 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

BOINTNER, R.; PEZZUTTO, S.; GRILLI, G.; SPARBER, W. Financing Innovations for the Renewable Energy Transition in Europe. *Energies*, v. 9, n. 12, 2016.

BRAGA, L. S.; FLORES-MENDOZA, C.; BARROSO, S. M.; SALDANHA, R. S.; SANTOS, M. T.; AKAMA, C. T.; REIS, M. C. Diferenças de sexo em uma habilidade cognitiva específica e na produção científica. *Psico-USF*, v. 19, n. 3, p. 477-487, 2014.

BRASIL. Lei Nº 9.991, de 24 de julho de 2000. *Dispõe sobre realização de investimentos em P&D em eficiência energética, e das outras providências*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9991.htm>. Acesso em: 23 set. 2021.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 34-45, 2005.

COSTA, S. I. R. B.; FERNANDES, A. C. A. Desigualdade regional brasileira: análise a partir dos projetos de pesquisa financiados pelo Fundo Setorial de Energia. *Revista Geográfica de América Central*, Número Especial EGAL, p. 1-16, 2011.

CGEE. Diretrizes estratégicas para o Fundo Setorial de Energia Elétrica. *Parcerias Estratégicas*, n. 13, 2001.

CRUZ, G.; BEZERRA, N. Inovação em energias renováveis: reflexões e estudo de prospecção tecnológica. *B. Téc. Senac*, v. 43, n. 1, p. 198-215, 2017.

FERREIRA, A. G. Bibliometria na avaliação de periódicos científicos. *Data Grama Zero: Revista de Ciência da Informação*, v. 11, n. 3, 2010.

FIGUEIREDO, C.; ALVARENGA, G. V.; CAVALCANTE, L. R. Impactos econômicos e tecnológicos do programa de P&D regulado pela ANEEL. *Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa P&D regulado pela Aneel*. (Org.): Pompermayer, F.; De Negri, F.; Cavalcante, L. IPEA: Brasília, p. 89-118, 2011.

FOX, M. F. Gender, family characteristics, and publication productivity among scientists. *Social Studies of Science*, v. 35, n. 1, 2005.

GUIMARÃES, E. A. A. *Políticas de inovação: financiamento e incentivos*. Brasília: IPEA, 2006. (Texto para discussão, n. 1.212).

HAYNE, L. A.; WYSE, A. T. S. Econometric Analysis of Brazilian Scientific Production and Comparison with BRICS. *Science, Technology & Society*, v. 23, n. 1, 2017.

KANNEBLEY JR., S.; CAROLO, M. D.; NEGRI, F. Impacto dos Fundos Setoriais sobre a

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

- produtividade acadêmica de cientistas universitários. *Estudos Econômicos*, v. 43, n. 4, 2013.
- KATZ, J. S. The self-similar science system. *Research Policy*, v. 28, n. 5, p. 501-517, 1999.
- KOSSI, Y.; LESUEUR, J.; SABATIER M. Publish or teach? The role of the scientific environment on academics' multitasking. *Industrial and Corporate Change: Oxford Academic*, v. 25, n. 3, 2016.
- LEMOS, M. B.; NEGRI, J. A. Consolidação do Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação (SNCTI) CT&I – Indicadores, avaliação e desafios. *Parc. Estrat.*, v. 15, n. 31, 2010.
- LUNDVALL, B. National Innovation Systems: Analytical Concept and Development Tool. *Industry and Innovation*, v. 14, n. 1, p. 95-119, 2007.
- MAZZUCATO, M. *O Estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs setor privado*. São Paulo: Portfolio Perquin, 2013.
- MAZZUCATO, M.; SEMIENIUKB, G. Financing renewable energy: Who is financing what and why it matters. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 127, p. 8-22, 2018.
- MELO, L. M. 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*, v. 8, n. 1, p. 87-120, 2009.
- MERTON, R. K. The Matthew Effect in Science: The reward and communication systems of science are considered. *Science*, v. 159, n. 3.810, p. 56-63, 1968.
- MORAIS, J. M. Uma avaliação de programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. *Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil*. Brasília: IPEA, 2008.
- NEGRI, F.; NEGRI, J. A.; LEMOS, M. B. Impactos do ADTEN e do FNDCT sobre o Desempenho e os Esforços Tecnológicos das Firms Industriais Brasileiras. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 8, n., 1, p. 211-254, 2009.
- NEGRI, F. *Novos caminhos para a inovação no Brasil*. IPEA. Washington, DC: Editora Wilson Center, 2018.
- NELSON, R. R. The simple economics of basic scientific research. *The Journal of Political Economy*, v. 67, n. 3, p. 297-306, 1959.
- OCDE. *Manual de Frascati: metodologia proposta para levantamentos sobre pesquisa e desenvolvimento experimental*. São Paulo: F-Iniciativas, 2013.
- PAULA, L. F. Sistema Financeiro e o Financiamento da Inovação: Uma abordagem keynesiana-Schumpeteriana. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA ANPEC, 39., 2011.
- PEREIRA, N. M. *Fundos Setoriais: avaliação das estratégias de implementação e gestão*. Brasília: IPEA, 2005. (Texto para discussão, n. 1.136).
- REZENDE, A. A.; CORRÊA, C.; DANIEL, L. P. Os impactos da política de inovação tecnológica nas universidades federais: uma análise das instituições mineiras. *Revista de Economia e Administração*, v. 12, n. 1, p. 100-131, 2013.
- REN21. *Renewables 2019: global status report*. Disponível em: <www.ren21.net>. Acesso

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

em: 31 out. 2019.

SANTOS, G. *Financiamento Público da Pesquisa em Energias Renováveis no Brasil: A Contribuição dos Fundos Setoriais de Inovação Tecnológica*. Brasília: IPEA, 2015. (Texto para discussão, n. 2.047).

SANTOS, G. Características da infraestrutura de pesquisa em energias renováveis no Brasil. *Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil*. (Org.): NEGRI, F.; SQUEFF, F. IPEA, Brasília: FINEP/ CNPq, 2016. p. 229-269.

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

STEPHAN, P. E. The Economics of Science. *Handbooks in Economics*, v. 1, p. 218-266, 2010.

YU, F.; GUO, Y.; LE-NGUYEN, K.; BARNES, S. J.; ZHANG, W. The impact of government subsidies and enterprises' R&D investment: A panel data study from renewable energy in China. *Energy Policy*, v. 89, p. 106-111, 2016.

WOS – Web of Science. *Clarivate Analytics*. Disponível em: <http://login.webofknowledge.com>. Acesso em: 29 abr. 2020.

WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. 2. ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2010.

Sobre os autores

Lindomayara França Ferreira – lindomayara@hotmail.com

Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7014-4294>

José Ricardo de Santana – jrsantana.ufs@gmail.com

Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5617-2096>

Márcia Siqueira Rapini – msrapini@cedeplar.ufmg.br

Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8035-3003>

Fábio Rodrigues de Moura – fabiromoura@gmail.com

Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6532-110X>

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (Fapitec/SE), o apoio financeiro; à Diretoria de Gestão e Tecnologia da Informação (DGTI) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a

Artigo aprovado para publicação no volume 32, número 2, de 2022 da Revista Nova Economia. Artigo em fase final de editoração. O presente texto é uma versão preliminar do artigo aceito para publicação, disponibilizado na base SciELO Preprints em maio de 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6984>.

disponibilidade dos dados; e aos pareceristas da revista *Nova Economia*, que deram importantes contribuições para a versão final deste artigo.

Contribuições dos autores

Lindomayara França Ferreira: coleta de dados, análise de dados e escrita do texto.

José Ricardo de Santana: orientações do trabalho e revisão do texto.

Márcia Siqueira Rapini: orientações do trabalho e revisão do texto.

Fábio Rodrigues de Moura: escrita do modelo empírico, figuras e revisão dos resultados.

Sobre o artigo

Recebido em 29 de maio de 2021. Aprovado em 01 de dezembro de 2021.

Declaração de conflitos de interesse

Os autores declaram que não há quaisquer conflitos de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica ou financeira entre os autores e a elaboração e publicação do artigo presente artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.