

dos Santos, Gesmar Rosa

Working Paper

Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil: A contribuição dos Fundos Setoriais de Inovação Tecnológica

Texto para Discussão, No. 2047

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: dos Santos, Gesmar Rosa (2015) : Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil: A contribuição dos Fundos Setoriais de Inovação Tecnológica, Texto para Discussão, No. 2047, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/121604>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

2047

TEXTO PARA DISCUSSÃO

FINANCIAMENTO PÚBLICO
DA PESQUISA EM ENERGIAS
RENOVÁVEIS NO BRASIL:
A CONTRIBUIÇÃO DOS FUNDOS
SETORIAIS DE INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA

Gesmar Rosa dos Santos



FINANCIAMENTO PÚBLICO DA PESQUISA EM ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL: A CONTRIBUIÇÃO DOS FUNDOS SETORIAIS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA¹

Gesmar Rosa dos Santos²

1. O autor agradece a Mauro Oddo Nogueira e a Rogério Edvaldo Freitas pela atenta leitura e pelas preciosas correções e sugestões apresentadas ao texto, isentando-os de qualquer erro remanescente. Fonte de dados utilizada: Fundos Setoriais no Brasil. Base de dados de registro e descritores dos projetos no período 1999-2012. Fonte: MCTI/CNPq/Finep: Disponível em: <www.mcti.gov.br>.

2. Técnico de planejamento e pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

Governo Federal

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da
Presidência da República**
Ministro Roberto Mangabeira Unger

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Sergei Suarez Dillon Soares

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Rogério Boueri Miranda

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais, Substituto

Carlos Henrique Leite Corseuil

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Renato Coelho Baumann das Neves

Chefe de Gabinete

Ruy Silva Pessoa

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2015

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: O31; O32; O38.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 7

2 SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E SISTEMAS DE INOVAÇÃO
EM ENERGIAS RENOVÁVEIS..... 10

3 METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PROJETOS DE P&D EM ERS 25

4 RESULTADOS..... 28

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 39

REFERÊNCIAS 42

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR 45

APÊNDICE A 46

APÊNDICE B 50

SINOPSE

Este artigo descreve as características do apoio financeiro à pesquisa em energias renováveis (ERs) dentro dos Fundos Setoriais de Inovação Tecnológica do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O objetivo é identificar o perfil desse apoio e compreender como os fundos, que são o principal mecanismo estatal de financiamento à pesquisa no Brasil, respondem aos desafios nesta área em que o país é grande expoente. Para tanto, utilizou-se base de dados do próprio MCTI, relativa ao período 1999-2012, contendo mais de 35 mil projetos, com o emprego de metodologia descritiva centrada em estatísticas básicas, e uma breve comparação com os sistemas de apoio à pesquisa e inovação neste tema na Alemanha e nos Estados Unidos. O trabalho identificou 1.893 projetos de pesquisa na área, espalhados nos diversos fundos. Como resultados, destacam-se o pequeno porte do financiamento e uma grande abrangência de temas, com prioridade para biomassa energética e infraestruturas. Os dados apontam, ainda, uma trajetória de descontinuidade nos desembolsos, registrando-se queda acentuada nos anos 2011 e 2012.

Palavras-chave: energias renováveis; financiamento; pesquisa; inovação.

ABSTRACT

This article describes the characteristics of the Brazilian financial support for research on renewable energy within the Innovation Sector Funds, managed by the Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). The main objective of this paper is to identify the profile of this support and understanding what extent the funds respond to the challenges in renewable energy in an area that Brazil is a global exponent. We use MCTI database for the period 1999-2012, containing over 35,000 projects. The methodology is based on descriptive data, basic statistics and a brief comparison with the Germany's and the United States of America's systems of support to the research and innovation. The study identified 1,893 research projects in the renewable energy area. The results highlight the small funding and a wide range of topics with priority for biomass energy and laboratory infrastructure. The data also indicate a discontinuity in the trajectory of disbursements and show a sharp decline in new projects in 2011 and 2012.

Keywords: renewable energy; financing funds; research; innovation.

1 INTRODUÇÃO

O incremento da pesquisa científica e da produção de energias renováveis (ERs) – etanol, biodiesel, biogás, hidrelétrica, solar e eólica em destaque – tem ocorrido, no plano global, paralelamente à difusão das preocupações ambientais, a partir da década de 1960. É amplamente conhecido que o Brasil, além de ser referência mundial em ERs, apresenta também enorme potencial de produção em todas as demais modalidades (Brasil, 2007; 2013; IEA, 2013).

O grande potencial hídrico do país, a sua capacidade de produção de biomassa, a enorme e constante incidência luminosa nas diversas regiões são fatores naturais que propiciam o uso das ERs. Ao mesmo tempo, segundo Geller (2003), IEA (2013) e Johnstone, Hascic e Popp (2008), a produção dessa forma de energia significa oportunidade para a indústria de insumos tecnológicos necessários em toda a cadeia produtiva.

De acordo com Sachs (2004; 2009), Geller (2003), Brasil (2006; 2007) e IEA (2006; 2013), a aposta no avanço tecnológico é o principal fator aliado das ERs, de modo a reduzir os custos de produção, que ainda são, na maioria das fontes, superiores aos custos das fontes de origem fóssil. Por isso, são necessários subsídios (Steenblik, 2007; Conceição, Santos e Pompermayer, 2010; EFI, 2013). Nesse sentido, esforços em pesquisa e desenvolvimento (P&D) tecnológico por parte dos setores público e privado, em diversos países e por empresas líderes na área, têm reduzido substancialmente os custos de todas as ERs (Brasil, 2013; IEA, 2013). O apoio do Estado à P&D, com pressupostos de atender às dimensões social, ambiental e econômica, ocorre diante de contradições da economia. Elas estão ainda arraigadas na visão e ações de curto prazo, preços baixos e competitividade com danos ambientais e à saúde humana. É o que caracteriza a economia ancorada em fontes de energia de origem fóssil, concorrentes das renováveis.

Nesse sentido, a avaliação das características e perfil do financiamento público à P&D nessa área é relevante para políticas públicas de promoção das fontes de ERs. Os diversos desafios dessas políticas orientam tanto o apoio ao crescimento da geração de energia quanto a P&D na cadeia de insumos. De acordo com IEA (2006), buscam-se avanços tecnológicos e redução de custos desde as energias de primeira geração (como hidrelétricas, eólica, etanol e biodiesel, nos padrões atuais), de segunda geração (etanol celulósico e combustíveis *drop in*, por exemplo) e nas de terceira geração (como hidrogênio).

Após um intenso debate que opôs a dúvida sobre a viabilidade econômica das energias alternativas aos baixos preços relativos das fontes de origem fóssil, como o petróleo, escolhas estratégicas de alguns países e de empreendedores possibilitaram que as ERs alcançassem 12,3% da oferta interna de energia (OIE) na matriz energética global, em 2013 (MME/EPE, 2014). O Brasil se destaca com 41% da OIE de natureza renovável (MME/EPE, 2014), com expectativa de alcançar, em 2030, 45% da matriz (Brasil, 2007), ante a expectativa global de 17%, no melhor dos cenários projetados, também para 2030, pela Agência Internacional de Energia (AIE) – International Energy Agency (IEA). Portanto, trata-se de alternativas e mercado limitados para as perspectivas atuais, o que exige mais pesquisas e aumento da eficiência energética.

A hidroeletricidade e a biomassa (etanol, biodiesel, gás renovável de biomassa), além das fontes eólica e solar, são as prioridades de P&D nas próximas décadas, segundo estudo da AIE (IEA, 2006), o que coincide com as maiores potencialidades brasileiras. Ao mesmo tempo, o estímulo principal para a P&D é o crescimento da demanda total de energia. Relatório do Unep/Bloomberg (2013) estima em US\$ 244 bilhões o investimento em ERs em 2012 (inclusive pequenas centrais hidrelétricas), depois do recorde de US\$ 279 bilhões, em 2011.

Situações em que o protagonismo na pesquisa não se vincula ao potencial de produção de energia mas em negócios indiretos no setor podem ser exemplificadas pelas empresas japonesas. Dados de Bettencourt, Trancik e Kaur (2013) sugerem que o foco buscado por elas situa-se na conquista de mercados de equipamentos e insumos. Já o Brasil e os países ricos em recursos energéticos se concentram na geração de energia, agindo de forma distinta, por exemplo, de Estados Unidos e Alemanha, que atuam nas duas frentes.

No Brasil, antigas e recentes iniciativas de apoio à produção e à P&D em ER são consolidadas em ações recentes, a exemplo do Plano Brasil Maior (PBM) e em outras ações do governo federal (ABDI, 2014). A trajetória do país é longa, iniciada com os biocombustíveis no início do século XX (Brasil, 2006). Nos anos 1990, a estruturação do planejamento do setor de energia, com a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), bem como a definição de atribuições em P&D e inovação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) conferiram maior porte na promoção e pesquisa neste setor. Políticas de incentivos

como a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) foram implantadas em paralelo a imposições de promoção de inovação, P&D e eficiência energética às empresas geradoras de energia pela Lei nº 9.991/2000.

Segundo Conceição, Santos e Pompermayer (2010) e ABDI (2014), o apoio ao setor produtivo e à P&D ocorre a partir de incentivos, regras de acesso a financiamentos, proposição e alteração de atos mandatórios de aquisição de ERs. No apoio à pesquisa, consolida-se, sob a responsabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o financiamento a projetos de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) e P&D,¹ dentro do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (FNDCT), destacando-se o Fundo Setorial de Energia (CT-Energia). As principais fontes de recursos para o FNDCT, ligados a energias, são as atividades de exploração de recursos hídricos e extração de petróleo e gás. Os fundos são recolhidos pelas empresas destes dois setores. Há, ainda, as fontes orçamentárias no âmbito da União (Santos, 2012; MCTI, 2012).²

De Negri, De Negri e Lemos (2008), Santos (2012) e Nogueira, Kubota e Milani (2011) apontam desafios e limites dos Fundos Setoriais, tais como: baixo nível de interação entre as instituições de pesquisa e as empresas; falhas na divulgação dos objetivos; desconhecimento do instrumento de apoio e das formas de acesso; falta de pessoal ou assessoria qualificada nas empresas; divergência de temas de interesse entre a demanda da sociedade e o que os pesquisadores querem ou podem fazer; e burocracia excessiva. Nogueira, Kubota e Milani (2011) relatam ainda a captura de políticas de P&D por grupos de pesquisadores ou de empresas que nasceram dentro ou no entorno das instituições de pesquisa, no chamado “complexo acadêmico-universitário (CAU)”.

A ausência de fundos de financiamento específicos da P&D em ERs no Brasil é parte de um modelo que se distingue, por exemplo, dos Estados Unidos (DOE, 2013; DOE/Eere,

1. Na definição do *Manual de Frascati* (OCDE, 2013, p. 22), “P&D é a aquisição de tecnologia e *know-how* não incorporados, a aquisição de tecnologia incorporada, ferramentas e engenharia industrial, o estudo de concepção industrial (não classificado em outros lugares), a aquisição de outros equipamentos, o início da produção e da comercialização de produtos tecnologicamente novos e melhores”. Já a definição de ciência e tecnologia (C&T) é mais abrangente, engloba a P&D e outras formas de aquisição de conhecimentos: “As atividades de ciência e tecnologia incluem, além de P&D, educação e formação científicas e tecnológicas (CTET), além de serviços científicos e técnicos (STC)” (OCDE, 2013, p. 22-23).

2. Além dos projetos submetidos aos Fundos Setoriais, o MCTI conta com ações orçamentárias para outros programas estruturantes da pesquisa. Para mais informações, ver: <www.mcti.gov.br>.

2013; United States, 2007), da Alemanha (EFI, 2013) e da Austrália (Diisr, 2011), países onde há definições e medidas planejadas ou estruturadas sobre de onde vem o apoio às ERs, quando e como, com certa previsibilidade e dotações orçamentárias de grande peso.

Dois desafios podem ser destacados no apoio à P&D e à produção de ER no Brasil, sendo eles orientadores deste trabalho: *i)* promover estudos visando soluções tecnológicas com viabilidade econômica, ambiental e social para as ERs; e *ii)* caminhar no sentido de alçar degraus para além da geração de energia e conquistar parcela do mercado de projetos, insumos e bens de capital de alta tecnologia nesta e nas áreas correlacionadas.

O objetivo principal deste trabalho é descrever as características do apoio do Estado, por meio dos Fundos Setoriais de Inovação Tecnológica, no financiamento da P&D em ERs no Brasil, dentro do período 1999-2012. Busca-se, ainda, compreender em que medida estes fundos, que são o principal mecanismo estatal de financiamento da P&D no país, respondem aos dois desafios mencionados.

O texto é composto por quatro seções, além desta introdução. A seção 2 trata do debate sobre sistemas de inovação tecnológica e formas de financiamento à P&D em ERs. Na seção 3, são apresentados os procedimentos metodológicos e a base de dados utilizada para caracterização dos projetos de ERs no FNDCT. Na seção 4, são apresentados os resultados e discutidos aspectos que mais se destacam nos projetos. Na seção 5, são feitas considerações finais e apontadas sugestões de políticas públicas.

2 SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E SISTEMAS DE INOVAÇÃO EM ERs

É bastante extensa a bibliografia que aborda os Sistemas Nacionais de Inovação (SNIs), seus conceitos, delimitações, estrutura e o papel na promoção de inovações. Segundo Lundvall (2005), o debate em si, em torno de um conceito de SNI, contribui com o aumento da competitividade internacional e desloca a forma de promoção da inovação a partir do pensar e fazer interativo em torno de tecnologias.

O autor destaca que um SNI inclui as ações de governos e firmas, a estrutura da produção e demanda e o mercado de trabalho, sendo relevante o estudo de *clusters*,

regiões e tecnologias distintas, além do estudo do próprio sistema de inovação e sua forma agregada.

Niosi *et al.* (1993) consideram importantes as ações de instituições sociais e políticas que atuam na inovação técnica, dentro do SNI, o qual é composto por uma rede de instituições públicas e privadas que modificam e difundem tecnologias, incluindo os responsáveis diretos pela P&D, os fundos e recursos para a pesquisa. Na definição de Niosi *et al.* (1993, p.12):

Um sistema nacional de inovação é o sistema de interação das empresas privadas e públicas, grandes ou pequenas, universidades e agências governamentais que têm por objetivo a produção de ciência e tecnologia dentro das fronteiras nacionais. A interação entre essas unidades pode ser técnica, comercial, jurídica, social e financeira, na medida em que o objetivo da interação é o desenvolvimento, a proteção, o financiamento ou regulação da nova ciência e tecnologia.

Ainda de acordo com Niosi *et al.* (1993), são três os componentes principais de um SNI: a política de governo no nível nacional; a regulação estatal formal e a coordenação informal; e os fundos de apoio à P&D. Para os autores, um SNI aparece como resultado de quatro componentes centrais: *i*) fluxos financeiros de fundos públicos e privados para a inovação; *ii*) marco legal e políticas como as de propriedade intelectual, de padrões de tecnologia, de contratos, e efetiva coordenação do Estado; *iii*) fluxos tecnológicos, científicos e informacionais, colaborações e interações técnicas internas, científicas, orientadas para a produção de bens; e *iv*) fluxos sociais com inovação organizacional fluindo de uma firma a outra e fluxos pessoais, principalmente de universidades para indústrias, mas também de firma para firma (Niosi *et al.*, 1993).

Tendo em vista essas definições e delineamentos, pode-se afirmar que o Sistema de Inovações em Energias Renováveis (Sier), um componente do SNI, encontra-se ainda em consolidação no Brasil, como de resto na maioria dos países, como se pode depreender a partir de estudos como os de EFI (2013) e Unep/Bloomberg (2013). O Sier deve ser visto como parte integrante ou conexas do sistema de inovação na área de energias, de forma geral, que é muito maior e dotado de capacidades de oferta de bens de capital, projetos e insumos de alta tecnologia tanto para fontes de ERs quanto para as de origem fóssil ou nuclear.

A partir dessas referências, define-se o Sier como o conjunto de instituições públicas ou privadas, suas redes e seus instrumentos de pesquisas voltados para interações e articulações de agentes na promoção de CT&I e de P&D nas diversas etapas da produção e uso de ERs.

Devido à multidisciplinaridade das pesquisas em energias, são relativamente raras as instituições ou laboratórios que atuam em um sistema dedicado e exclusivo.³ Ao se abordar inovação em energia eólica, por exemplo, esta é indissociável da P&D em energia elétrica ou em setores como petróleo e indústria de motores e geradores. Em energia da biomassa, há forte interação e até dependência dos sistemas de CT&I e de P&D das áreas de química, biologia e ciências agrônômicas. Assim, no debate sobre o Sier trata-se, com maior propriedade, de capacidades em P&D em ERs do que de um sistema dedicado, independente.

2.1 Distintos estágios de constituição dos Siers

O Brasil, ao visar maior parcela na P&D em ERs, se assemelha a outros países na forma de estruturação do Sier (Alemanha e Austrália, por exemplo). Porém, é bastante diferente daqueles no que tange ao planejamento e definição de estratégias, financiamento da P&D, na regulação e na matriz energética.⁴

No plano global, a aposta nas ERs, apoiada pela P&D pública e privada, tem contribuído para a redução de custos totais, tornando essas fontes viáveis em quase todas as suas modalidades de primeira geração, exceto em situação de subsídio a outras fontes (Conceição, Santos e Pompermayer, 2010; Tillemann, 2013; MME/EPE, 2014; Unep/Bloomberg, 2013). A participação do Estado, na promoção das ERs por meio de atos mandatórios (a exemplo das cotas ou obrigatoriedade de misturas de biocombustíveis na Alemanha, no Brasil e nos Estados Unidos), tem sido imprescindível para o crescimento da oferta dessas energias (Pêgo e Campos Neto 2010; Santos, 2013; IEA, 2006; 2013; Steenblik, 2007; Tillemann, 2013; EFI, 2013), da mesma forma que o financiamento da pesquisa no setor (DOE, 2013; EFI, 2013; Santos, 2013).

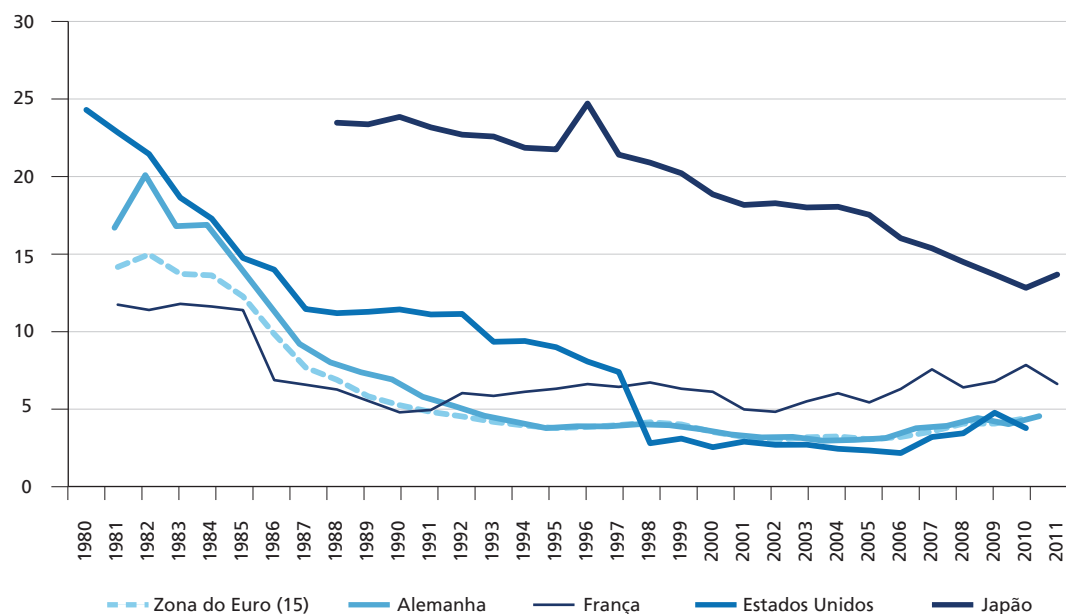
3. No Brasil, entre os poucos exemplos de sistemas dedicados em ERs estão: o Centro de Tecnologia do Bioetanol (CTBE), vinculado ao MCTI; a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Agroenergia; e o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC).

4. Informações sobre as ERs em diversos países com instituições e ações de governos e parte da configuração dos seus Siers podem ser vistas em: <http://en.openei.org/wiki/Gateway:International_Clean_Energy_Analysis>.

O grau esperado de dependência desses recursos é, entretanto, descendente ao longo do tempo, no caso de países líderes em P&D, desde os anos 1980. Verifica-se redução da participação de recursos públicos diante de maiores aportes do setor privado na medida em que a atividade produtiva viabiliza a P&D (gráfico 1).

GRÁFICO 1

Relação entre gastos públicos e totais em P&D em ER: países selecionados (1980-2011)
(Em %)



Fonte: EFI (2013).

Conforme se pode observar no gráfico 1, as trajetórias sinalizam que o setor privado incorpora uma parcela maior dos custos com a P&D em ERs, reduzindo a participação estatal direta (os aportes totais aumentam), uma resposta natural do mercado em desenvolvimento. Desde o começo dos anos 2000, nota-se, entretanto, uma estabilização nas taxas de participação dos dois setores (público e privado) e até um leve aumento na participação estatal. Este detalhe pode estar indicando o efeito do aumento da P&D total, diante da oscilação e de aumentos mais acentuados nos preços internacionais da energia de fontes concorrentes, não renováveis, ou pode indicar também o efeito de crises econômicas.

No âmbito da União Europeia (UE), de acordo com Johnstone, Hascic e Popp (2008) e IEA (2006) uma sequência de ações, iniciadas na década de 1970, contribuíram para moldar e dar suporte à expansão da oferta e o sistema de apoio a novas tecnologias. Segundo Johnstone, Hascic e Popp (2008), a sequência de medidas de apoio foi: P&D, na década de 1970; incentivos ao investimento, a partir da década de 1980; a partir do início dos anos 1980, ocorreu adequação de taxas e tarifas para dar viabilidade às ERs; da década de 1990 em diante, ampliaram-se os programas de incentivo à adoção das ERs, juntamente com atos mandatórios, obrigatórios; finalmente, nos anos 2000, mantendo-se todas as demais ações, surgem também as permissões negociáveis, de modo a facilitar a comercialização das ERs.

No caso do Brasil, uma comparação com os gastos totais, como os apresentados no gráfico 1, ainda não é possível, devido à indisponibilidade de dados sistematizados, principalmente de dispêndios das empresas e de governos estaduais.

2.2 Formas de apoio à pesquisa em ERs no cenário internacional

2.2.1 Estados Unidos

A inovação em ERs nos Estados Unidos segue, nos últimos quinze anos (Unep/Bloomberg, 2013; White House/OSTP, 2014; DOE/Eere, 2013), a tradição inovativa do país em todos os setores da economia. Na área de energias, a P&D tem forte ligação com uma economia de grande demanda energética, tendo o alto consumo *per capita* e a dependência de fontes fósseis como principais características e motivação de promoção das ERs. O grande número e o porte das empresas do país ligadas às diversas etapas da cadeia de produção de energia são também alavancas de soluções tecnológicas e das oportunidades de ganho de novos mercados.

Com essa compreensão, o governo central atua na criação de um ambiente de apoio à P&D em ERs e, ao mesmo tempo, de promoção de empresas que operam na área. Diversos estados federados também adotam medidas de suporte à P&D e à produção de ERs, destacando-se a Califórnia.⁵ As políticas implantadas pós-2007 (por meio do Energy Independence and Security Act, de 2007) reforçam as condições de manutenção da liderança do país em vários subsetores da pesquisa em ERs (insumos tecnológicos e geração), sempre vinculadas a um discurso de aumento da oferta interna de ER, que, de

5. Para maiores informações, ver CEC (2009).

fato, se torna mais coerente apenas a partir da metade dos anos 2000, com o aumento da produção de energia solar e eólica. Antes disso, o foco foi o posicionamento em mercados de bens tecnológicos ligados às ERs e o crescimento da produção de etanol e biodiesel.

O Sier nos Estados Unidos se destaca tanto pela forma bem organizada de apoio à P&D quanto pela clara escolha de aliar, e até condicionar, a produção (crescimento da oferta interna) à P&D, no contexto de uma política energética estruturada. Assim, são âncoras do Sier o correspondente a um ministério de energias, o Department of Energy (DOE) e o correspondente a um ministério de ciência e tecnologia, o Office of Science and Technology Policy (OSTP). Conectados a essas duas pastas estão diversas estruturas de CT&I e P&D, além das agências de gestão da produção de energia do DOE.

Este sistema pode ser considerado como de coordenação vertical – em que a P&D, a regulação, o planejamento e a execução orçamentária, bem como as agências de fomento, de geração e o controle da produção de energias têm uma instituição líder, no caso o DOE. Na P&D, tanto o OSTP quanto o DOE exercem atribuições comparáveis ao que, no caso brasileiro, cabem ao MCTI.⁶

Desde a elaboração das normas até a execução da P&D, identificam-se quatro níveis de atribuições no sistema de inovação dos Estados Unidos, na área de ERs. Destacam-se a presença de agências específicas de fomento e sua vinculação a grandes programas ou unidades de pesquisa em temas como biomassa e biocombustíveis, solar, eólica, hidrogênio.

Os programas de P&D são definidos e vinculados a linhas também específicas de financiamento aos projetos. Estes são separados por tema e foco definido. Seguindo a orientação da P&D voltada para a criação e o desenvolvimento de bens e serviços comercializáveis, grande parte dos projetos em ERs se liga diretamente a firmas. Por exemplo, dos 181 projetos aprovados dentro do programa de desafios prioritários Advanced Research Projects Agency-Energy (Arpa-E), 85 contam com firmas liderando,

6. O OSTP é ligado diretamente à Casa Branca, com a missão de assessorar ações de P&D sob iniciativa do presidente – vincula-se diretamente ao Executive Office of the President (EOP) –, tendo atribuições também em outros temas. Desde 2008 é dada uma significativa importância ao campo político em meio à organização geral da P&D, apesar de seu caráter institucional. O OSTP tem caráter mais político, antes de técnico, e, por isso, conta com comitês científicos no apoio, formados, inclusive, pelos laboratórios nacionais. O DOE, além das atribuições já citadas, é responsável por combinar ações de geração com a execução da P&D nesta área, inclusive de médio e longo prazos.

75 com universidades (algumas lideram mais de 1 projeto), 15 com grandes laboratórios nacionais e 4 têm a liderança de organizações privadas sem fins lucrativos.

Entre as ações do governo que alteram o arranjo institucional de promoção da P&D em energias destaca-se a criação, a partir de 2009, de três novas iniciativas⁷ ou novas formas de integração de conhecimentos com foco em CT&I e P&D de alto custo privado. Ambas as iniciativas são complementares e focam a oferta de bens ao mercado, não restritos às ERs, conforme apresentado a seguir.

- 1) A implantação dos Energy Frontier Research Centers (EFRCs), que visam apoiar, somando esforços multidisciplinares, colaborações científicas para superação de obstáculos em ciência básica que bloqueiam descobertas transformacionais.
- 2) A criação do Arpa-E, um fundo de apoio à P&D para temas com aposta em tecnologias de alto impacto, alto retorno presumido, mas com altos riscos e custos financeiros para o setor privado.
- 3) A iniciativa do Energy Innovation Hubs, que busca promover a reunião e integração de grandes grupos de pesquisadores, indústrias, laboratórios públicos e privados para enfrentar desafios em temas específicos, estratégicos e de alto potencial, desde a pesquisa básica até o desenvolvimento de novos produtos.

As três iniciativas se diferem, também, quanto ao número de projetos, sendo o Arpa-E com 181 e um total de US\$ 400 milhões de orçamento inicial; o Hubs, com três (Modeling and Simulation for Nuclear Reactors Hub, Fuels from Sunlight Hub e o Energy Efficient Buildings Hub – US\$ 122 milhões cada); e os EFRCs, que compõem-se de 46 centros, os quais envolvem universidades, laboratórios nacionais, organizações sem fins lucrativos, empresas, pesquisadores e grupos de pesquisa, em projetos entre US\$ 2 milhões a US\$ 5 milhões por projeto.⁸

7. Para mais detalhes, ver: <<http://energy.gov>> e <<http://hubs.energy.gov>>.

8. Além dessas iniciativas, são também importantes componentes da política energética, que trazem a perspectiva de promoção da CT&I nos Estados Unidos, os seguintes marcos: *i)* The Biomass Research and Development Act of 2000; *ii)* Farm Security & Rural Investment Act of 2002; *iii)* Healthy Forests Restoration Act of 2003; *iv)* Energy Policy Act of 2005; *v)* Energy Independence and Security Energy Act of 2007; *vi)* Food, Conservation and Energy Act of 2009; e *vii)* American Recovery and Reinvestment Act of 2009 (Arra).

A C&T e a P&D em ERs no modelo dos Estados Unidos conta com 21 unidades de pesquisa subordinados ao DOE. São dezessete grandes laboratórios nacionais, alguns dedicados a temas específicos (por exemplo, biomassa, solar, eólica e outras), outros atuando em diferentes tipos de energias, inclusive ERs, além de quatro centros de pesquisa. Há cinco casos em que a gestão e a operação dos laboratórios são feitas por universidades ou instituições sem fins lucrativos, sob a tutela e orçamento do DOE.

Além da infraestrutura de grande porte e da conhecida excelência das universidades, destaca-se o grande orçamento contínuo – por tema, pasta e programas –, definido no planejamento anual. No âmbito do governo federal, o orçamento na área de ERs foi de US\$ 3,107 bilhões, em 2013, ante US\$ 2,091 bilhões, em 2012 (White House/OSTP, 2014), efetivados US\$ 1,78 bilhão em 2012 (DOE, 2013). Estes números incluem todas as formas de financiamento da P&D em energia pelo DOE, mas há outros departamentos (ministérios) com orçamentos menores, voltados para temas transversais como impactos ao meio ambiente e educação.

O orçamento de P&D para todos os tipos de energia alcançou US\$ 10,8 bilhões, em 2012, o equivalente a 17% dos US\$ 63,739 bilhões do total de recursos públicos em P&D, sem considerar os US\$ 77,173 bilhões da P&D em defesa (DOE, 2013).⁹

2.2.2 Alemanha

A inovação na Alemanha, assim como nos Estados Unidos, tem grande estrutura de suporte à P&D e foco no avanço tecnológico, tornado prático, sendo as normas e discursos expressamente voltados para o desenvolvimento comercial de novos produtos. A pesquisa alemã tem como característica os fortes vínculos entre a academia, grandes instituições públicas de P&D e a indústria. A própria formação técnica e de ensino nas universidades tem grande importância para a inovação no país. São mais de quarenta instituições envolvidas com o financiamento e a pesquisa no país (BMBF, 2007).¹⁰

9. Para mais detalhes sobre o apoio do Estado para ERs e o financiamento da P&D nesta e em outras áreas nos Estados Unidos, consultar: DOE (2013b) e White House/OSTP (2014).

10. Para mais detalhes sobre a P&D em energia na Alemanha e UE, ver: <<http://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/national-action-plans>>.

Com forte opção pela tomada de decisão em foros colegiados, instituem-se comissões deliberativas como ponto de apoio na definição de políticas nos diferentes níveis institucionais, da base de demanda por P&D até o Parlamento, passando pelos institutos de pesquisa e universidades. Este modelo reflete o enraizamento da importância da inovação na Alemanha, o que se reflete no Sier, que segue este mesmo perfil na P&D.

Entre as importantes instituições de pesquisa na Alemanha, que tratam inclusive da P&D em ER, destacam-se: o Instituto Max-Planck-Gesellschaft (MPG), responsável pela pesquisa básica e por temas de potencial futuro em inovação, de forma complementar aos estudos das universidades; o Instituto Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), responsável pela pesquisa aplicada; a Helmholtz Association, que tem grande destaque em ERs, por encampar grandes pesquisas em temas transdisciplinares e estratégicos, atuando em programas de pesquisa e em recursos naturais e do meio ambiente; o Instituto Leibniz, cujo foco é a promoção de estudos e interações, com aplicações nas áreas de ciências naturais, engenharia e meio ambiente e interfaces com a economia, estudos espaciais e sociais.¹¹

A Alemanha conta com grandes programas prioritários, nos quais se encaixam projetos na área de ERs, sendo destaques: *i*) o Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG),¹² que são centros de pesquisa criados por um programa de desenvolvimento de número limitado de centros de excelência em universidades com grande visibilidade internacional; *ii*) os *Clusters* de Excelência, com apoio à formação de setores estratégicos, planejados, temáticos e em rede; e *iii*) as Unidades de Pesquisa, que são agrupamentos de pesquisadores em temas específicos, também considerados prioritários em uma das 37 linhas dessa natureza.

A interface entre o setor privado e os programas de financiamento de P&D, para qualquer área industrial, não somente em energias, é feita por meio da Associação das Instituições de Pesquisa Industrial (AiF), cujo foco é criar projetos, viabilizar estudos e

11. O MPG contava com 17 mil empregados, em 2013, dos quais 32% são cientistas, lotados em 82 centros de pesquisa, sendo cinco deles no exterior. A Helmholtz Association (36 mil empregados e € 3,8 bilhões de orçamento anual) é a maior instituição de pesquisa da Alemanha. O Instituto Leibniz contava, em 2013, com 89 instituições associadas, 17,2 mil empregados (8,2 mil pesquisadores) e orçamento anual em torno de € 1,5 bilhão. Para mais detalhes, ver: <http://www.mpg.de/186435/Facts_Figures>.

12. O DFG é a instituição central gestora dos fundos de financiamento à pesquisa e inovação. Conta com seis programas (grandes fundos), que concentram as 37 linhas de financiamento – fundos de pesquisa verticais e específicos por temas, inclusive os de ERs. Além do Ministério de Educação, Ciência e Pesquisa – Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) –, outras instituições e ministérios têm significativas atribuições na P&D em ERs.

ajudar na inserção comercial de novos produtos. A AiF é voltada para pequenas e médias empresas, principalmente, sendo associada a 107 instituições de P&D. De acordo com a agência, mais de 1.200 pesquisadores viabilizam projetos nas diversas áreas de atuação das mais de 50 mil pequenas e médias empresas.¹³

As estratégias de P&D e de suas empresas em ERs na Alemanha resultam na sua grande participação no mercado mundial de insumos industriais em todos os tipos de energia e em sua decisão política de promover este tipo de energia no país, há algumas décadas, em substituição à energia nuclear. Ainda assim, o recente avanço de empresas chinesas na produção de bens de domínio tecnológico aberto (turbinas eólicas, painéis solares e conectivos, por exemplo) tem levado o modelo alemão a um novo aperfeiçoamento de P&D.

Cabe aqui a ressalva de que, mesmo com grande estrutura e orçamento de P&D, os alemães têm denunciado, no âmbito da UE, práticas concorrenciais agressivas por parte da China (por exemplo, na oferta de painéis fotovoltaicos), país que tem a seu favor o baixo custo relativo de mão de obra e outras vantagens concorrenciais, comparativamente à Alemanha. Neste aspecto, evidencia-se o que alertava Schumpeter (1982), de que a P&D e a inovação não se dissociam de outros fatores de competitividade na economia.

A estruturação da P&D na área de energia é liderada pelo BMBF, responsável pela elaboração e execução das políticas do setor. O ministério conta com uma série de programas e agências de fomento, além de grandes laboratórios nacionais ligados aos institutos, havendo semelhança com o modelo dos Estados Unidos no que se refere aos centros especializados por temas. Segundo Cuhls e Grupp (2001), o BMBF e seu predecessor, o Ministério de Pesquisa e Tecnologia (Bundesministerium für Forschung und Technologie – BMFT), são assistidos por várias agências operadoras de programas localizadas, em sua maioria, nos laboratórios nacionais.

O marco institucional das ERs na Alemanha é a Política de Recursos Energéticos Renováveis (Erneuerbare Energien – EEG),¹⁴ de 1991, com revisões em 2000, 2005

13. Para mais informações acerca da AiF, suas atribuições e áreas de abrangência, ver: <<http://www.aif.de/en>>.

14. No plano da UE, são referências em ERs: a Estratégia da União Europeia no Domínio dos Biocombustíveis, de 2005; o Plano de Ação no Domínio da Biomassa, de 2006; o *Livro Verde* da Comissão Europeia, sobre eficiência energética – fazer mais com menos, de 2005. A primeira versão do *Livro Verde*, de 2000, sobre estratégia europeia de segurança do provisionamento energético.

e 2012. Tanto este quanto os demais marcos políticos destacam a busca pelo avanço tecnológico tornado prático, mercador, orientando a P&D para a indústria e seus produtos. A EEG complementa e consolida ações anteriores na área de ERs e conta com planos específicos por subáreas como biomassa, eólica e solar.¹⁵

Na EEG, há previsão de tarifas remuneratórias, como um bônus, com dotação orçamentária, sendo destaque a geração de energia elétrica¹⁶ por fontes de ER. Assim, o sistema alemão de promoção das ERs combina produção, P&D e garantias de comercialização, por meio de incentivos fiscais e garantia de compra de energia.

Alguns dados do modelo alemão ilustram a sua decisão de fomentar as ERs a partir da ação do Estado. Segundo EFI (2013),¹⁷ os dispêndios do governo federal com P&D em fundos de áreas prioritárias das ERs e eficiência energética passaram de € 169 milhões, em 1991, para € 265 milhões (R\$ 715 milhões, no câmbio de 31 de dezembro de 2012), em 2012. Em 2011 o montante foi de € 273 milhões, para temas prioritários em ERs.

Os investimentos totais em ERs na Alemanha registram consecutivos aumentos anuais, desde 2000 (EFI, 2013), tanto para P&D quanto para subsidiar a geração, conforme prevê a legislação,¹⁸ sendo relevantes tanto a participação do Estado quanto do setor privado. Na P&D em ER é indicativo de maturidade do sistema o fato de grande parte dos recursos ser destinada especificamente à pesquisa e não a outras atividades de apoio (tabela 1).

15. São exemplos de planos específicos, por subárea de energias renováveis: The Renewable Energy Sources Act; National Biomass Action Plan for Germany; Federal Office for Agriculture and Food: Information Leaflet Sustainable Biomass Production.

16. Os bônus à produção, de acordo com a EEG, são maiores quanto menor for o quantitativo gerado (BMELV, 2012). Quanto à P&D, são priorizados projetos que contam indústrias e instituições de pesquisa.

17. A Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) é uma entidade composta por especialistas independentes encarregados da avaliação das ações do governo na área de ERs na Alemanha.

18. O Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi), responsável pela formulação e execução da política energética, tendo também orçamento para apoio à P&D, tem apontado caminhos distintos da prática alemã de subsídios às energias renováveis (Bloomberg, 2014). O ministério sugere que a revisão da EEG contemple a redução ou fim das vantagens fiscais e de cotas de produção garantidas para as fontes renováveis. Para maiores detalhes, ver: <<http://www.bmw.de/EN/Topics/Energy/Renewable-Energy/eeg-reform.html>>.

TABELA 1

Distribuição dos fundos de pesquisa em ERs e desenvolvimento do mercado na Alemanha: recursos do governo federal (2008-2011)
(Em € milhões)¹

	2008	2009	2010	2011 ³
Total de fundos para P&D em ERs	222	357	375	~373
Fundos federais de pesquisa – total	161	277	275	~273
Fundos federais de pesquisa – somente projetos de P&D	131	220	219	~200
Fundos para o desenvolvimento do mercado – total	4.607	6.176	8.620	~12.920
Suportes pela EEG – equalização de custos ²	4.300	5.600	8.100	~12.400
Outras fontes de apoio	307	576	520	~520
Relação fundos em ERs/fundos de desenvolvimento do mercado (%)	4,8	5,8	4,4	2,9
Relação fundos para projetos/total de suportes pela EEG (%)	3,0	3,9	2,7	1,6

Fonte: EFI (2013, p. 61).

Elaboração do autor.

Notas: ¹ Inclui recursos federais como do BMBF; do Ministério de Meio Ambiente e Segurança Nuclear (Bundesministerium für Umwelt – BMU); Ministério de Economia e Energia (BMWi), bem como dos estados, exclusive os não aplicados diretamente em P&D.

² Inclui recursos destinados à produção, para equalização de custos e preços garantidores da oferta de energia aos operadores/distribuidores de energia.

³ Dados com a notação ~ se referem a estimativas dos autores da EFI (2013).

Chama a atenção o grande aporte de recursos para o suporte à geração de ERs e para o desenvolvimento do mercado, somando € 12,92 bilhões, conforme a tabela 1 (EFI, 2013), tendo sido crescente desde 2008. Esta é uma ilustração de como a P&D caminha lado a lado com o crescimento do mercado, tendo o Estado papel indutor, gerando expectativa e confiança de investidores. Os percentuais de investimentos em P&D, relativamente ao total de suporte ao mercado, são expressivos, de 4,8% a 2,9% no período destacado pela EFI (2013). De acordo com EFI (2013), os investimentos de P&D em ERs e hidrogênio, somados, responderam por 32,6% do montante aplicado pelo governo em energias, no ano de 2012, percentual comparável apenas aos dispêndios em energia nuclear (35,8%), com seus desafios de segurança tanto no uso quanto na desativação de usinas.¹⁹

Pode-se observar que, na estrutura de P&D em ERs, na Alemanha, há um grande apelo ambiental, desde a legislação até os programas, projetos, missões dos órgãos de Estado, organizações não governamentais (ONGs), instituições de pesquisa e empresas.

19. Apesar do grande porte do investimento e das políticas em curso, especialistas (EFI, 2013) apontam falhas no sistema de apoio e coordenação de P&D em energias no país, no âmbito dos governos federal e dos estados (*landers*). No relatório de avaliação do sistema (EFI, 2013), considerou-se que há fragmentação de responsabilidades na pesquisa em energia, havendo atribuições espalhadas e coordenação bastante bizarra (*op. cit.*, p. 65).

Devido, ainda, a fatores históricos, é preponderante o papel do BMBF no desenvolvimento da pesquisa, não somente em energias, o qual tem atuação mais destacada do que o ministério que atualmente responde pelo BMWi. Funções de P&D em ERs são residuais, também, no BMU e em outras agências governamentais.

2.2.3 Brasil

Conforme já destacado na introdução, as vantagens das fontes renováveis no país e uma história de importador líquido de petróleo foram determinantes para o alcance de 41% da OIE, ou de 46% da produção primária de energia (PPE), que é outra forma de medida de energia na matriz energética (MME/EPE, 2014). Do mesmo modo que Alemanha e Estados Unidos, o Brasil apoia a produção de ERs por meio de atos mandatórios (Santos, 2013), nos quais a lei obriga a adição de percentuais de biocombustíveis aos derivados do petróleo e facilita a geração de energia eólica, por exemplo, com redução de tributos e outras medidas.

Fato importante no desenvolvimento do setor de energias no Brasil é a separação completa entre a estrutura de regulação e promoção da produção de energia, a cargo do Ministério de Minas e Energia (MME), e a correspondente estrutura de pesquisa, a cargo do MCTI. A estrutura de gestão do apoio à P&D em ERs, no âmbito do governo federal, tem forte concentração na Casa Civil e em Conselhos Ministeriais (de energia e do biodiesel, por exemplo), na ausência de políticas sólidas, de revisão periódica pelo Parlamento, como têm feito os países aqui comparados. Biodiesel e etanol são exceção, mas apresentam dificuldades no sentido de previsibilidade de apoio à P&D e à dinamização do mercado (Pêgo e Campos Neto, 2010). Além da Casa Civil e do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), cinco ministérios atuam na definição dos rumos da P&D em ERs no Brasil: MCTI, MME, Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e Ministério do Meio Ambiente (MMA).

A configuração do Sier se completa com outras instituições, funções e fluxos, contando com um núcleo de infraestruturas de pesquisa de portes distintos, mas com predominância de pequenos laboratórios, de acordo com Santos (2014).

No que se refere ao marco regulatório, o tema ERs aparece com frequência nas políticas de desenvolvimento industrial, destacando-se: a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Pitce), de 2004; a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP),

de 2008; e o PBM, de 2011. Todas elas apontam as ERs como área estratégica e trazem apontamentos de maior apoio à P&D. Contudo, ainda não se vinculam valores para a P&D a desafios e linhas de pesquisa para enfrentá-los. Com o PBM, o MDIC passa a exercer parte deste papel e, ainda que de forma inicial, com maior influência na P&D em ERs junto ao MCTI e MME.²⁰

Em leilões recentes de aquisição de ER para início de produção em 2016, a eólica e a solar, juntas, contaram com 784 projetos e capacidade instalada de 19.413 megawatts (MW), sendo 15.042 MW de energia eólica, em 629 parques geradores (EPE, 2013). Esses números são bastante significativos diante da pequena parcela que essas fontes possuem da matriz. No caso da energia solar, mesmo tendo sido em 2013 o primeiro leilão de compra pelo governo federal, houve 119 projetos e capacidade ofertada de 3 mil MW. O grande potencial de geração dessas duas fontes nos estados do Nordeste do país, registrado no cadastro de firmas ofertantes, confirma diagnósticos apresentados no Plano Nacional de Energia (PNE) 2030 (Brasil, 2007) e nos Planos Decenais de Expansão de Energia (Brasil, 2013).²¹

Do lado das firmas, o número, a diversidade e o porte das empresas que atuam nessa área, seja em insumos, seja em geração de energia, são cada vez mais expressivos, contribuindo para a formação do Sier. Contudo, a interação entre as firmas e as instituições de pesquisa é uma das maiores diferenças relativas ao modelo dos Estados Unidos, Brasil e Alemanha, no âmbito dos respectivos governos federais, conforme indicado no quadro 1.

20. Um dos desafios do PBM é o suporte à P&D propriamente dita, com a atração de firmas para o incremento tecnológico, o aperfeiçoamento de pessoal e a produção competitiva (ABDI, 2014). O MDIC aponta caminhos de desenvolvimento de bens de capital, de insumos tecnológicos e foco na competitividade nesta área.

21. Para mais detalhes, ver Brasil (2006; 2007; 2013), documentos de diagnóstico e base de orçamentos para o desenvolvimento da produção e da pesquisa em energias no país.

QUADRO 1

Resumo comparado das orientações e estruturas dos Siers nos países selecionados

Característica	Estados Unidos	Alemanha	Brasil
Consolidação da regulação e políticas (P&D e produção em ERs).	<ul style="list-style-type: none"> Anos 2000 (fecho em 2009, com o Energy Act). Mudanças a partir de 2009, com maior peso para a P&D em ERs. 	<ul style="list-style-type: none"> Anos 1990 (fecho 2001 com a EEG). Opção social, estratégia e desafios da energia nuclear. Escassez de fontes. 	<ul style="list-style-type: none"> Anos 2000 – fecho em 2006 com a Política Nacional de Agroenergia (PNA), Planos de Energia e PBM. Foco em preço, matriz limpa e segurança energética.
Direcionamento da P&D e da produção de ERs.	<ul style="list-style-type: none"> Fortes vínculos entre as instituições de pesquisa (IPs) e as indústrias. Orientado para P&D em insumos tecnológicos + geração de energia. Fomento amplo à P&D e subsídios à produção (biodiesel). Empresas líderes. 	<ul style="list-style-type: none"> Idem Estados Unidos, com maior grau de liberdade para as IPs. Foco em desafios e eficiência em energia. Subsídios para a produção de eletricidade por fontes de ERs. Crescimento do mercado e P&D coordenados. 	<ul style="list-style-type: none"> Fracos vínculos entre IPs e firmas. Orientado para a geração (biocombustíveis). Fomento à P&D limitado, pequeno, pulverizado. Empresas de perfil seguidoras em P&D, exceto em biocombustíveis.
Agências e programas de apoio e financiamento.	<ul style="list-style-type: none"> Diversas, construídas conforme temas ou grandes programas. Ações centradas no DOE (produção e P&D). Intensa P&D nas universidades e estados. 	<ul style="list-style-type: none"> Diversas, com atribuições por tema e programas e setor produtivo. Destaque para o ministério da educação, C&T (BMBF), institutos e agência central de apoio à P&D (DFG). 	<ul style="list-style-type: none"> Dois grandes agências, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no Fundo Tecnológico (Funtec). P&D ancorada no MCTI (políticas, gestão e orçamento) e no Ministério da Educação (MEC) (IPs). Programas negociados – comitês, agentes, governo.
Agências de P&D.	<ul style="list-style-type: none"> Grandes laboratórios nacionais vinculados ao DOE e a universidades. Redes de P&D público-privadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Grandes laboratórios nacionais. Laboratórios dos institutos autônomos. Redes de P&D e fomento. 	<ul style="list-style-type: none"> Forte apoio em universidades e outras IPs de pequeno e médio portes. Laboratórios nacionais (de menor porte) recentes.
Porte do apoio estatal para P&D em ERs.	<ul style="list-style-type: none"> Grande: desembolso à P&D em ER de US\$ 1,78 bilhão em 2012 (orçados US\$ 2,09 bilhões). Equivalente a 0,0118% do produto interno bruto (PIB) – base 31/12/2011. 	<ul style="list-style-type: none"> Desembolso de € 265 milhões em 2012 (R\$ 820 milhões) para P&D em temas prioritários em ERs. Equivalente a 0,0095% do PIB (base em 31/12/2011). 	<ul style="list-style-type: none"> Desembolso pelos Fundos Setoriais: R\$ 806 milhões, de 1999 a 2012, média R\$ 62 milhões/ano (US\$ 33 milhões pelo dólar de 31/12/2011). Equivalentes a 0,0013% do PIB (base em 31/12/2011).
Destaques na coordenação da P&D.	<ul style="list-style-type: none"> Centralizado no DOE (coordenação vertical). Poder Executivo. Organizações fortes e consolidadas – mudanças. 	<ul style="list-style-type: none"> Coordenação horizontal com apoio das IPs. Parlamento e comitês. Organizações/processos consolidados, enraizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Coordenação horizontal apoiada nas IPs, câmaras e conselhos consultivos. Sier em consolidação (sem plano/orçamento).

Elaboração do autor.

De acordo com o resumo apresentado no quadro 1, além das formas de interação entre firmas e instituições de pesquisa, outras diferenças de destaque entre os respectivos Sier são: *i)* quanto ao porte do apoio à P&D, sendo este muito baixo no Brasil; *ii)* quanto às formas de deliberação e gestão da P&D; e *iii)* quanto ao perfil e foco das pesquisas.

3 METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PROJETOS DE P&D EM ERs

Neste trabalho, são considerados projetos de pesquisa na área de ERs todos aqueles aprovados junto ao FNDCT, que objetivam contribuir para dar respostas tecnológicas, estudar aspectos gerais interconectados com os insumos e a produção, bem como os que visam elaborar arranjos produtivos para viabilizar ou incrementar a produção de ERs. Incluem-se nesta definição os estudos de modelagem de sistemas, de redução de impactos e de aumento da eficiência no uso de ERs.

Este recorte engloba projetos de pesquisa que se enquadram na classificação de estudos (de CT&I ou de P&D propriamente ditos) de ERs: aqueles de aplicação direta em ERs, com foco específico em alguma forma de produção, uso ou impacto (econômico, ambiental ou social) das ERs; e os de aplicação indireta em ERs – em que a P&D se aplica não apenas em ERs mas que tenham sido propostos também para este fim (por exemplo, os estudos sobre certas enzimas, materiais, química ou impactos ao meio ambiente decorrentes da produção industrial em geral ou de energia em particular).

Em razão das diferenças técnicas entre as diversas formas e processos de produção, transmissão/armazenagem e consumo das ERs e de suas correspondentes demandas por P&D, os projetos são reunidos em seis grandes grupos, de acordo com o quadro 2.²² São considerados, para todos os tipos de ERs, os projetos voltados para a geração, distribuição e usos das energias, pesquisa em materiais e equipamentos, bem como os de modelagem, impactos ambientais e gestão na área. Adota-se, ainda, além dos seis tipos de energia relacionados, um sétimo grupo (o de renováveis, de forma geral), que agrupa estudos não identificados com os demais tipos ou que tenham aplicação em várias fontes.

22. Os projetos voltados para a produção, armazenagem e uso do hidrogênio como energia foram incluídos como projetos de ERs. Segue-se a associação que costumeiramente se faz (IEA, 2011), considerando as interações com as ERs, embora se saiba que outras classificações podem ser adotadas para o hidrogênio, assim como para a energia nuclear, que é classificada à parte e, por isso, não é incluída neste estudo.

QUADRO 2
Agrupamento de temas e subtemas em ERs

Fonte primária	Tipo/transformação ou forma de uso
1. Eólica	Elétrica
2. Solar	2.1. Elétrica-fotovoltaica, radiação solar 2.2. Térmica – aquecimento/armazenamento
3. Biomassa	3.1. Biodiesel e outros substitutos do diesel 3.2. Etanol e outros renováveis substitutos da gasolina 3.3. Biogás – eletricidade 3.4. Eletricidade de biomassa sólida 3.5. Térmica – uso em caldeiras e fornos
4. Hidráulica	Elétrica
5. Maremotriz	Elétrica
6. Hidrogênio	Conversão e armazenagem Combustível – célula combustível Energia elétrica
7. Renováveis de forma geral	Gestão em energias, planejamento, modelagem, impactos na economia e no meio ambiente, C&T ou P&D multitemáticos

Elaboração do autor.

Os subtemas anotados no quadro 2 ajudaram também na escolha de palavras-chave para facilitar a seleção dos projetos de pesquisa sobre ERs. A escolha das palavras-chave foi feita por meio de uma análise sobre os desafios e as linhas atuais de estudos destacadas na literatura, nas IPs e nas empresas de referência em cada uma das fontes de energia, conforme detalhado no apêndice A.

A partir dessas definições, procedeu-se à obtenção dos projetos classificados como de P&D em ERs, utilizando-se das palavras-chave (listadas no apêndice A) com termos técnicos aplicados a cada tipo de energia, dos objetivos dos projetos, nomes e linhas destacadas entre as 35 variáveis disponibilizadas na base de registros dos projetos da Finep e do CNPq (apêndice B).

A base completa de registros de projetos financiados pela Finep e pelo CNPq, contendo aqueles contratados entre 1999 e 2012, alcançou, até junho de 2014, a soma de 35.090.²³ Destes, foram retirados os projetos para os quais não houve desembolso (376, ao todo), cujos contratos somam R\$ 707 milhões (4,3% do total de R\$ 16,4 bilhões de

23. Segundo informações obtidas de técnicos do MCTI, a base é bastante dinâmica, com atualizações constantes à medida que decorrem prazos, desembolsos, finalizações etc. Assim, o número de registros pode ser distinto a depender da data de consulta, sendo utilizada a mais atualizada até agosto de 2014.

todos os outros ligados a fundos e ações sob a gerência do FNDCT, sempre tratando de valores corrigidos pelo INPC). Esses expurgos foram necessários, uma vez que o foco desta pesquisa se refere ao desembolso efetivo como indicador de porte do sistema.

Também foram retirados da base outros exatos quinhentos registros de projetos do ano de 2011, devido ao fato de apresentarem, mesmo havendo desembolso para eles, inconsistências nas informações, principalmente possível contagem dupla (assim considerados os projetos comparados dois a dois que possuíam o mesmo título, autor, edital de contratação, valor de contrato, mesmas datas de início e término, entre outras coincidências). Manteve-se, nesses casos, apenas um dos registros de cada projeto. Entre os quinhentos registros expurgados, somente onze seriam classificados (dupla contagem) como da área de ERs.

Assim, foram utilizados 34.452 projetos, caracterizados como base de dados dos projetos de pesquisa que obtiveram desembolso registrado até junho de 2014, com atualização pelo MCTI até setembro de 2014. Procedeu-se, então, às etapas mostradas a seguir.

- 1) Busca e leitura, por meio de palavras-chave, a partir da base completa dos projetos aprovados. Foram selecionados 2.152 como sendo possivelmente na área de ERs, utilizando-se os campos “título”, “objetivo”, “palavras-chave”, “descrição”, “linha de pesquisa” e “área de pesquisa” (apêndice A).
- 2) Leitura dos campos descritivos de cada um dos registros dos 2.152 projetos selecionados na etapa 1, para verificar se, de fato, tratavam de pesquisa em ERs. Destes, foram selecionados 1.893 projetos.
- 3) Agrupamento e classificação dos projetos selecionados na etapa anterior, classificando-os de acordo com o tipo de fontes de energia, como descrito no quadro 1.
- 4) Análise qualitativa do perfil, destacando-se os valores, total por ano, tipo de fonte, distribuição regional e outros aspectos quantitativos dos projetos.
- 5) Os valores monetários dos projetos foram corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) do Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística (IBGE) até a data de 31 de dezembro de 2011, para efeitos de comparação das variáveis, quando fosse o caso.

- 6) Outros procedimentos e agrupamentos foram realizados, de acordo com o descrito na apresentação dos resultados.

Entre os projetos analisados, encontram-se aqueles aprovados com a finalidade de suporte à infraestrutura de pesquisa ou de difusão do conhecimento (a exemplo de apoio a eventos e ampliação ou construção de laboratórios com alguma dedicação às ERs). Embora muitos deles não tenham o perfil de P&D na definição do *Manual de Frascati* (OCDE, 2013), foram considerados como aceitáveis pelas agências, dentro dos objetivos do FNDCT, e têm grande impacto no contexto do fundo, conforme detalhado à frente.

4 RESULTADOS

O apoio às pesquisas em ERs por parte dos projetos junto aos Fundos Setoriais se concentram nos fundos CT-Energia, CT-Agronegócios, ações em infraestrutura e ações transversais. Conforme detalhado a seguir, muitos projetos são caracterizados como suporte à infraestrutura de instituições que atuam em áreas de ERs ou em áreas emergentes relacionadas, como o hidrogênio. Entre os dezoito fundos ou ações, quatro contrataram três ou menos projetos, e os demais fundos contrataram oito ou mais projetos com aplicações na área em destaque.

Tanto nos projetos de pesquisa propriamente dita quanto no apoio a infraestruturas, o grupo biomassa energética (etanol e biodiesel, biogás, florestas energéticas) é o principal contemplado em número de projetos (1.198 entre os 1.983) e em recursos (R\$ 445,55 milhões), vindo a seguir os projetos destinados à energia eólica e solar.

4.1 Características dos projetos

De acordo com a metodologia proposta para a seleção dos dados dos Fundos Setoriais, com foco em ERs, a tabela 2 apresenta um descritivo que permite ilustrar e comparar algumas variáveis com o total dos projetos do FNDCT. Observa-se que o aumento do número de projetos e de recursos para as ERs, assim como para os demais temas apoiados pelo FNDCT, tem sido significativo a partir de meados dos anos 2000. Entre 2007 e

2011, foram contratados dois terços dos projetos, tanto no conjunto do FNDCT como em ERs.

TABELA 2
Resumo de desembolso, médias e número de projetos dos Fundos Setoriais (1999-2012)

Ano	Todos os projetos e temas dos Fundos Setoriais			Projetos classificados como ERs		
	Número de projetos em geral	Desembolso (R\$ INPC)	Valor médio (R\$)	Número de projetos em ERs	Desembolso (R\$ INPC)	Valor médio (R\$)
1999-2003	3.551	2.137.868.308	602.047	164	139.455.094	850.336
2004 ¹	1.929	878.624.889	455.482	137	67.893.591	495.574
2005	1.904	884.058.770	464.317	97	49.637.835	511.730
2006	2.154	1.155.200.137	536.305	154	117.323.882	761.843
2007	4.523	1.277.052.907	282.346	229	99.331.578	433.762
2008	5.107	1.432.577.402	280.513	273	129.227.272	473.360
2009	4.303	1.015.242.314	235.938	183	63.735.320	348.280
2010	5.819	1.782.154.820	306.265	544	120.609.147	221.708
2011	3.263	524.268.912	160.671	86	17.255.386	200.644
2012	1.899	570.077.044	300.199	26	4.720.409	181.554
1999-2012	34.452	11.657.125.502	338.358	1.893	809.189.515	427.464

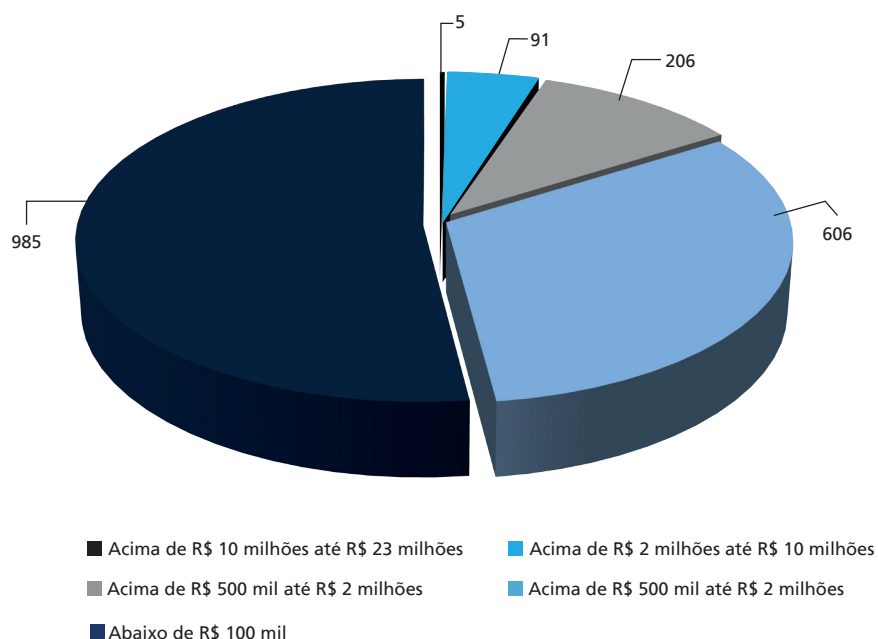
Fonte: MCTI.

Nota: ¹ O ano de 2004 marca um salto no número de projetos em ERs, com foco em biodiesel e etanol.

Obs.: Valores corrigidos pelo INPC até 31 de dezembro de 2011.

O perfil dos projetos contratados em termos de valores é mostrado no gráfico 2, ilustrando que os projetos se situam, predominantemente, nas faixas abaixo de R\$ 100 mil (985, ou 52% dos projetos) e acima de R\$ 100 mil até R\$ 500 mil (606, ou 32%). No outro extremo, apenas cinco projetos estão na faixa acima de R\$ 10 milhões até R\$ 23 milhões. Fica a pergunta: faltam recursos, induzindo os pesquisadores a pleitearem projetos de pequeno porte, ou faltam capacidades de produção de pesquisa de maior porte?

GRÁFICO 2
Perfil de porte dos projetos da área de ERs



Fonte: MCTI.

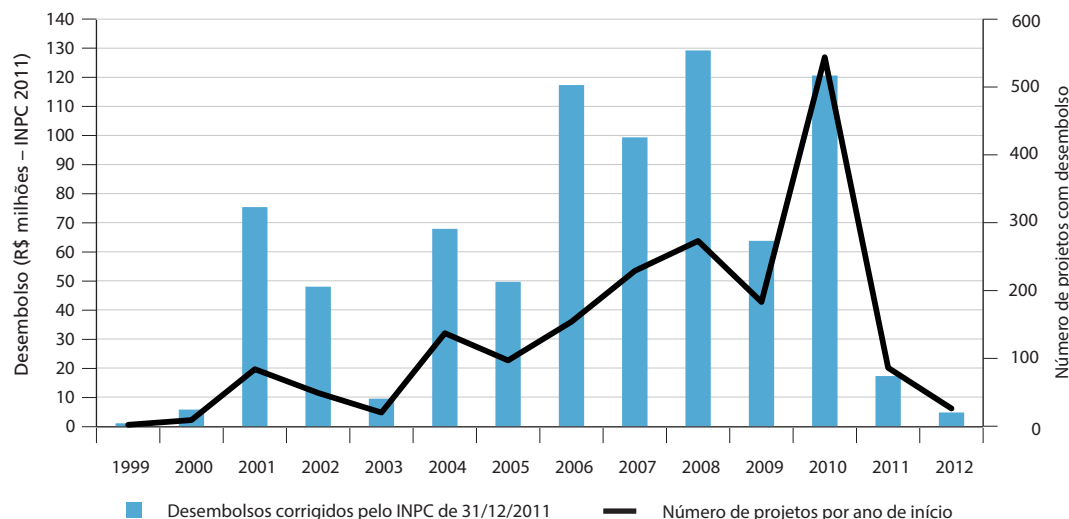
Embora seja nítida a trajetória de aumento dos financiamentos e do número de projetos aprovados e contratados (gráfico 3), a primeira observação que se faz é que há descontinuidades na trajetória de apoio, com aumentos seguidos de declínios de recursos. Não houve edital específico para a área de energia nos anos 2011 e 2012, o que explica a queda no número de novos contratos.

Com exceção da redução de recursos nos anos de 2011 e 2012, nota-se que a P&D em ERs no Brasil conta com trajetória de crescimento do número de projetos e valor contratado, apesar das oscilações. O aumento do número de projetos, ocorrido a partir de 2004, marca a retomada do crescimento dos mercados de etanol e biodiesel, que contaram, inclusive, com editais específicos para pesquisas. As oscilações anuais apontam ausência de dotação periódica de recursos por parte dos fundos de apoio às ERs, aspecto também presente em outros temas de apoio dos Fundos Setoriais (Santos, 2012).²⁴ Esse fato pode ser interpretado como indefinição quanto a este tema ser ou não

24. Para mais detalhes sobre a execução orçamentária no âmbito do FNDCT até 2013, ver quadro resumo do MCTI, disponível em: <<http://mct.gov.br/index.php/content/view/27181.html>>.

prioritário. Além disso, os prazos entre o início e o final dos projetos registram grandes diferenças, o que se aplica a todo o FNDCT.²⁵

GRÁFICO 3
Número de projetos e desembolso para ERs (1999-2012)

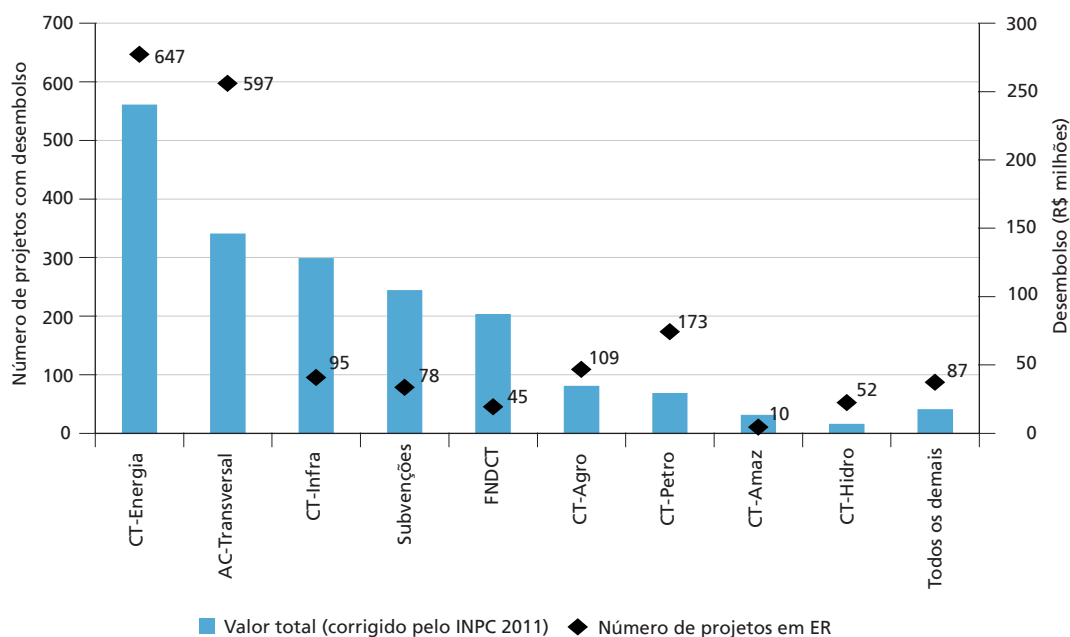


Fonte: MCTI.

A distribuição dos projetos de apoio às ERs nos dezoito fundos e ações é mostrada no gráfico 4. O principal Fundo Setorial de contratação dos projetos tem sido, naturalmente, o CT-Energia, com 647 projetos, seguido pelas ações transversais, com 597 e infraestrutura, com 95. As subvenções beneficiaram de forma significativa, mas apenas 52 projetos, não havendo diferença clara entre estes e os demais, no FNDCT. Estes quatro fundos/ações responderam por 75,9% dos projetos e por 86,2% dos recursos alocados em ERs no período analisado. Os projetos locados como ações transversais e de infraestrutura e os denominados FNDCTs, na base de dados, foram os de maior porte (média de R\$ 1,47 milhão/projeto).

25. Cabe um esclarecimento acerca do tempo entre o início e o término dos projetos. Para os 1.893 projetos da área de ERs, a média, medida em meses, foi de 27,75, o mínimo de 1,9, e o máximo de 112, com desvio-padrão de 9,77. Uma atualização da mesma base em 2016, por exemplo, poderá indicar pequenas diferenças tanto nestes dados quanto no desembolso. Isso porque, entre outros motivos, podem ser liberados os recursos estabelecidos para contratos com término até 2016 (em ERs há 53 deles com término entre o final de 2013 e 2016).

GRÁFICO 4
Número de projetos e desembolso na área de ERs por fundo (1999-2012)



Fonte: MCTI.

Os baixos valores dos projetos e do montante destinados às ERs, na comparação com os sistemas de Estados Unidos e Alemanha, são o fator característico da P&D nessa área.

Considerando-se o conjunto dos projetos aprovados pelas duas agências, estes pequenos projetos se concentram, principalmente, no CNPq. Do total dos 1.893 projetos analisados, os 189 maiores (10%) responderam por 69% dos recursos, enquanto os 31% restantes foram diluídos em projetos com valores médios de desembolso de R\$ 147 mil. Com esse perfil, somado a outros fatores já destacados, é natural que o Sier brasileiro trate mais de pesquisa científica básica do que de desenvolvimento de tecnologias de ponta.

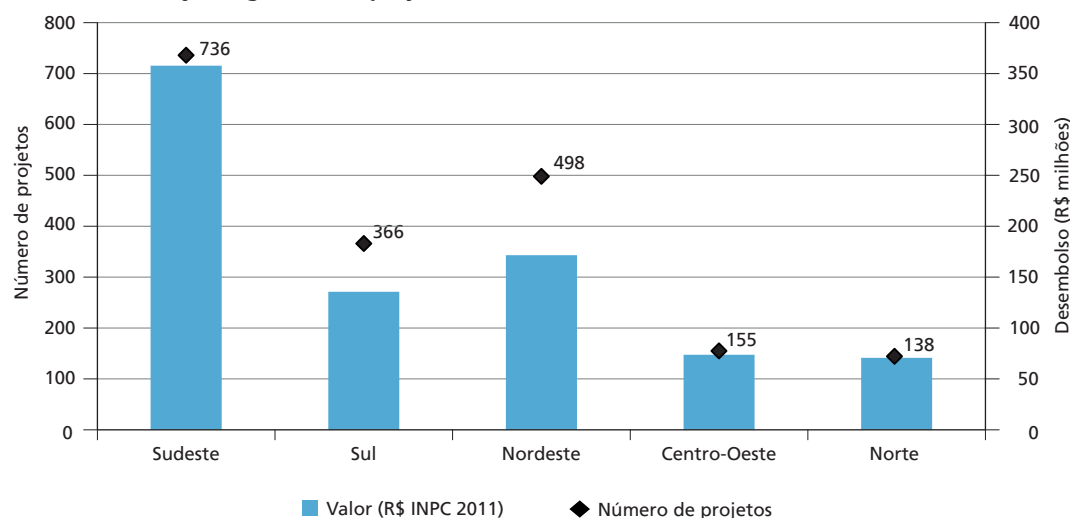
É relevante o fato de a interação empresas/IPs nos projetos contratados pelo MCTI junto às universidades na área de ERs ser muito baixa. Do total de 1.893 projetos contratados, apenas 162 (8,56%) contaram com instituições intervenientes (que alocam recursos, demandam pesquisas e exercem esforços para P&D e inovação tecnológica) além das próprias IPs. Destes 162 projetos, 120 contaram com a participação de empresas, sendo estas 87 ao todo, pois há algumas delas que apoiaram mais de um projeto.

Entre as empresas participantes, destaca-se a Petrobras, que participou em quatorze projetos da área de ERs. Outras participações em destaque foram de empresas geradoras e distribuidoras de energia e de indústrias do setor sucroenergético. Entre os 36 dos 162 projetos que não contaram com empresas, as principais instituições intervenientes foram secretarias estaduais de ciência e tecnologia.

Há uma concentração do desembolso por região e por Unidades da Federação (UFs), conforme os gráficos 5 e 6, respectivamente. Cabe destacar que a região Nordeste conta com a menor média de recursos por projeto (R\$ 344,5 mil) e que a região Norte tem a maior média (R\$ 512 mil), ante a média de R\$ 427,5 do Brasil, R\$ 486 mil do Sudeste, R\$ 475,6 mil do Centro-Oeste e R\$ 370,4 mil do Sul. A distribuição segue a legislação que rege a gestão dos recursos do FNDCT, quanto à destinação de parcela de, no mínimo, 30% para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Lei nº 11.540/2007).

GRÁFICO 5

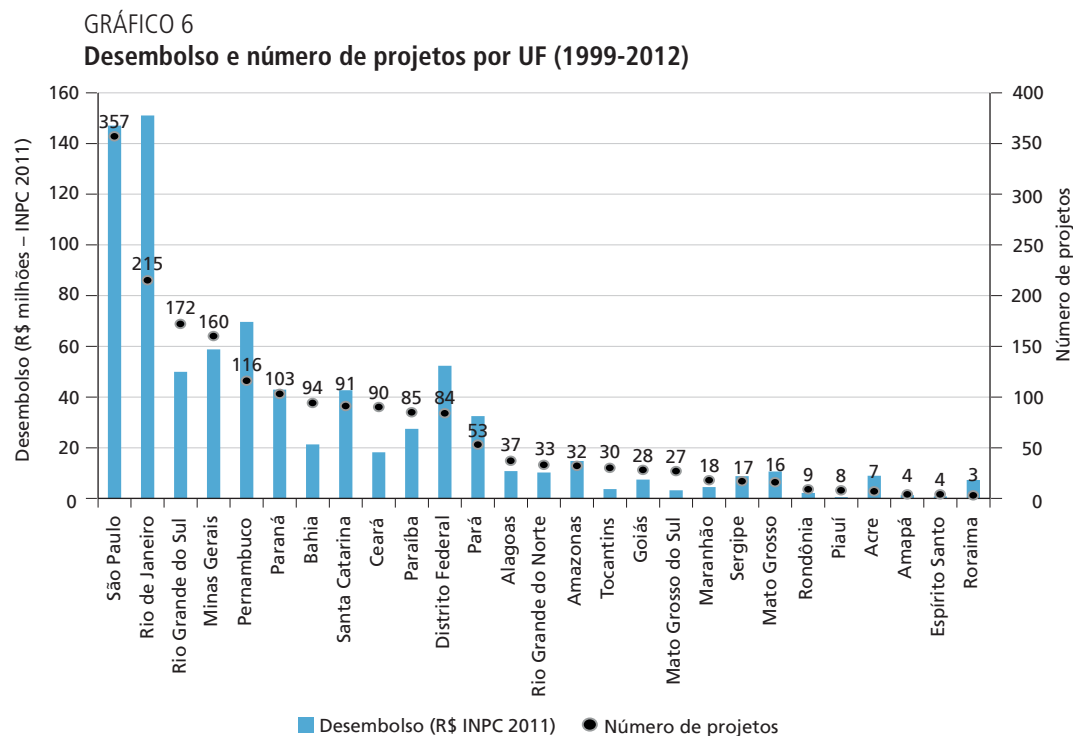
Distribuição regional dos projetos e desembolso em ERs



Fonte: MCTI.

Essa concentração, de certa forma, replica aspectos gerais da economia e da sociedade brasileira, que agrupa, além de muitos outros indicadores, os de renda, população, número de alunos dos cursos de pós-graduação na região Sudeste. Segue-se também o próprio porte da economia regional, a localização das maiores universidades e empresas que desenvolvem P&D no país. A distribuição dos valores pelas UFs torna estes aspectos

mais nítidos, podendo-se destacar, além do eixo da P&D Sudeste-Sul, os polos regionais de Pernambuco, Distrito Federal, e Pará.

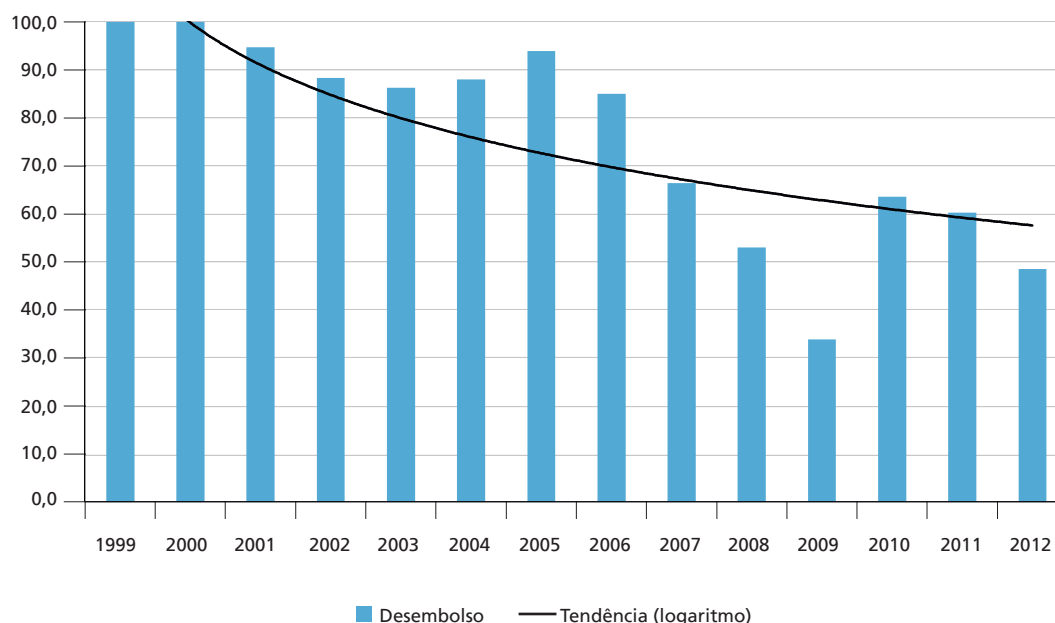


Fonte: MCTI.

Paralelamente ao aumento do número de projetos contratados, observa-se, também, uma queda acentuada e tendencial no desembolso, em percentual do valor contratado (gráfico 7). Embora o desembolso também oscile anualmente em todos os fundos e áreas de pesquisa, na área de ERs ele tem seguido um caminho até inverso dos demais temas, no período analisado.

Quando se observam os mesmos indicadores especificamente para o CT-Energia destaca-se um desembolso maior (de 82%), na média, inclusive superando a maioria dos fundos e ações. Dados sobre o desembolso e outros descritivos do financiamento às ERs nos Fundos Setoriais, comparativamente ao CT-Energia, são apresentados na tabela 3, ressaltando-se, conforme já mencionado, as diferenças entre os perfis dos projetos da Finep e do CNPq.

GRÁFICO 7
Percentual de desembolso para os projetos de ERs (1999-2012)



Fonte: MCTI.

Elaboração do autor.

TABELA 3
Características dos projetos de todos os Fundos Setoriais e os do CT-Energia

	Número de projetos	Contratado (INPC 2011)	Desembolso (R\$ INPC 2011)	Desembolso (%)	Média (R\$ INPC 2011)
Projetos FNDCT	34.452	16.471.370.996	11.657.125.502	70,77	338.358
Projetos de ERs	1.893	1.229.112.061	809.189.515	65,84	427.464
Projetos do CT-Energia	1.435	659.129.837	497.625.188	75,50	346.777
Projetos de ERs no CT-Energia	647	290.356.746	240.534.299	82,84	371.769
Projetos do CNPq em ERs	1.461	331.872.377	176.543.129	53,20	120.837
Projetos da Finep em ERs	432	897.239.685	632.646.386	70,51	1.464.459

Fonte: MCTI.

De acordo com os dados apresentados, ocorre concentração de pequenos projetos no CNPq, que responde por 77% deles (1.461 em 1.893), com média de apenas R\$ 120 mil. Esse perfil ilustra que há grande demanda atendida pelo CNPq, dispondo, para isso, de poucos recursos. Este aspecto também configura o perfil de pesquisa básica nos projetos da área de ERs. Além disso, observa-se, nos projetos de menor porte, a prevalência de estudos de meio ambiente, química, biologia e agronomia.

Mesmo no CT-Energia, tem sido de pequeno porte o perfil dos projetos contratados na área classificada como de ERs: em 545 projetos contratados pelo CNPq, a média foi de R\$ 128 mil desembolsados; e em 102 projetos da Finep, a média foi de R\$ 1,67 milhão/projeto. Há, portanto, homogeneidade no porte e na distribuição dos projetos pelas diversas possibilidades de editais dentro do FNDCT, devendo-se buscar avanços em outros aspectos fora deste ponto da gestão, que é relevante, mas não parece ser o entrave ao avanço da P&D na área.

O baixo percentual de desembolso (53,20%) também deixa dúvidas sobre o real impacto desse tipo de apoio para a P&D e a inovação, embora se possa compreender que são importantes para o ensino e para a ciência, quando há este foco.

O MCTI, via Finep, destina recursos de forma mais concentrada para a área de infraestrutura, principalmente para laboratórios ligados à biomassa, mostrando ser este o principal foco do apoio à P&D em ERs nos Fundos Setoriais, até o momento.

Em resumo, contratam-se mais projetos, para um número crescente de subtemas, com porte menor e com desembolso percentual também menor. Esta situação pode criar dificuldades na distribuição de recursos para temas emergentes destinados às regiões e para o foco em problemas reais de P&D.

4.2 Tipo de energia e perfil dos projetos de P&D em ERs

Quanto aos tipos de fontes de energia das pesquisas (tabela 4), nota-se concentração de projetos em biomassa, cujos estudos estão em todas as regiões do país. Estes dois aspectos já sinalizam o peso do apoio à P&D para matérias-primas e estudos de impactos do etanol e do biodiesel (nos processos produtivos da fase agrícola, principalmente), a partir de 2004.

A leitura das descritivas dos dados apresentados mostra que os projetos das regiões Sul, Nordeste e Sudeste posicionam-se nas áreas de maior aplicação de P&D na etapa industrial, com trabalhos de pesquisa nas subáreas metal-mecânica, elétrica, materiais e produtos industriais ligados às engenharias e às diversas formas de energias. Nas regiões Norte e Centro-Oeste predominam estudos sobre a produção de matérias-primas e impactos.

TABELA 4
Distribuição dos projetos de P&D em ERs nos Fundos Setoriais

Grupo	Número de projetos por região					Brasil (número de projetos e percentual)
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	
A - Hidrelétrica	17	14	41	22	9	103 (5,44)
B - Biomassa total	88	316	466	201	127	1.198 (63,29)
C - Hidrogênio	5	30	81	34	4	154 (8,14)
D - Solar, eólica e marés	13	83	98	86	5	285 (15,06)
E - Renováveis em geral	15	54	51	23	10	153 (8,08)
Todos os grupos	138	497	737	366	155	1.893 (100,00)

Fonte: MCTI.

Elaboração do autor.

O crescimento da pesquisa em biomassa energética responde à indução e até ao direcionamento do Estado para matérias-primas de biocombustíveis – no caso do biodiesel, com o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB); e do etanol, com a retomada do crescimento da produção entre 2004 e 2010. De fato, 1.198 projetos (63,29%), entre os 1.983, refletem o peso do tema biomassa.

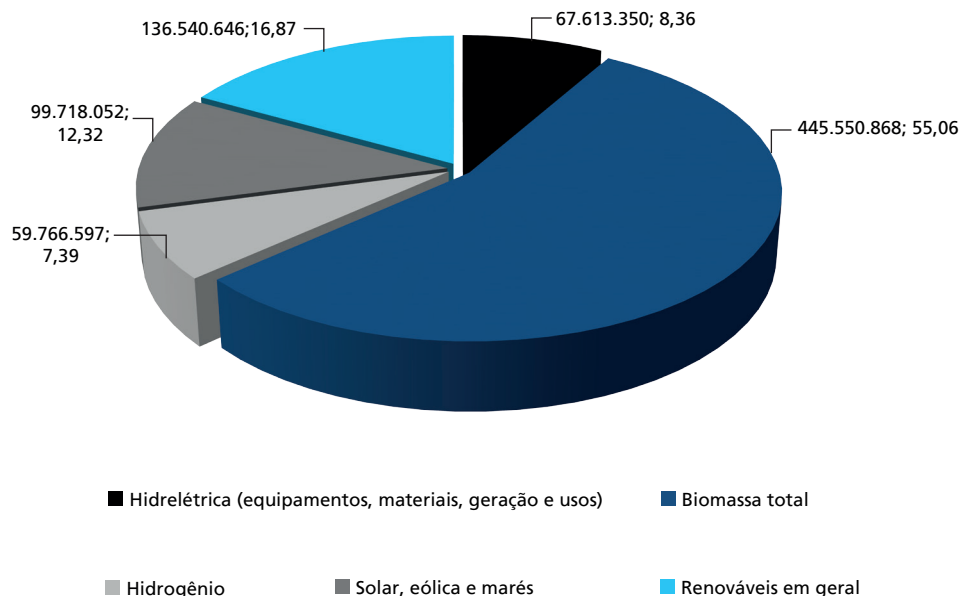
Seguindo a concentração do número de projetos em biomassa, observa-se que o desembolso também se concentra nesse grupo de temas (gráfico 8), alcançando 55,06% dos recursos. Sendo este tipo de fonte responsável por 17% de toda a oferta interna de energia, parece ser razoável a sua grande parcela nos recursos e no total de projetos contratados.

Por não terem uma parcela correspondente à da biomassa na matriz energética, e não havendo dotação/plano específico, as demais fontes registram menor aporte de recursos em P&D. Por serem fontes distintas, em estágios de produção de energia e sistemas de pesquisas diferentes, não podem ser tecidas maiores comparações entre os investimentos para uma ou outra fonte, nem mesmo no que se refere a número de projetos, a não ser o fato de que os recursos são baixos, talvez com a exceção daqueles para pesquisa em biomassa.

GRÁFICO 8

Brasil: valores desembolsados por tipo de fonte (1999-2012)

(Em R\$ e % do desembolso para os 1.893 projetos)



Fonte: MCTI.

Outro tema relevante observado é o apoio a criação e modernização de infraestruturas com recursos dos Fundos Setoriais.²⁶ Por ser uma área em estruturação, e por não contar com financiamento específico, os pesquisadores e gestores recorrem a esses fundos também para construir laboratórios, adquirir equipamentos e formar redes, como se lê nas descritivas dos projetos. Entre os 1.893 projetos de ERs, 137 (7,24%) propuseram a criação ou ampliação de infraestruturas, tomando 31% do total dos desembolsos (R\$ 255 milhões), sendo predominante o apoio a unidades multidisciplinares, mas incluindo recursos para instalações e equipamentos visando à eficiência energética delas próprias, não somente para C&T ou P&D.

Cabe ainda uma nota sobre a priorização e o foco dos maiores projetos aprovados. Como mostra a tabela 5, os 189 maiores projetos em valor monetário (10% maiores)

26. Cabe lembrar, de acordo com as definições e a metodologia, que os projetos são aqui classificados como de ERs, mas não necessariamente somente desta área. Essa definição se aplica, também, aos projetos de apoio às infraestruturas, que geralmente são multidisciplinares. Portanto, os recursos para as ERs, no caso de infraestruturas, atendem também a outras áreas e vice-versa.

representaram 68,95% dos recursos destinados às ERs. Entre estes projetos, 81 se referem à modernização ou criação de infraestruturas, os quais contaram com 31,65% dos recursos desembolsados para as ERs, entre 1999 e 2012. Os recursos destinados para a P&D e CT&I representaram 29,74%.

TABELA 5
Distribuição dos 10% maiores projetos por finalidade, conforme os seus objetivos

	Número	Desembolso (R\$ INPC 2011)	% do desembolso total para ERs
Infraestrutura	81	256.077.463,14	31,65
P&D, CT&I	90	240.681.598,05	29,74
Capacitação e eventos	4	25.739.192,26	3,18
Outros	14	35.424.260,00	4,38
Todos 10% maiores	189	557.922.514,00	68,95

Fonte: MCTI.

Portanto, considerando-se os dados da tabela 5 e as demais observações deste trabalho, os aspectos que simbolizam o apoio à P&D nos projetos de ERs, a partir dos Fundos Setoriais, são: *i*) o foco temático do apoio às pesquisas é a biomassa energética; *ii*) o foco de gestão é a pulverização de recursos, que são de pequena monta comparado aos países líderes; e *iii*) o foco da priorização de recursos tem sido dividido entre P&D, C&T e suas infraestruturas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira conclusão deste trabalho é que o financiamento público da P&D em ERs no Brasil, a partir dos Fundos Setoriais do MCTI, tem porte pequeno (em 57,24% dos projetos, o desembolso não passa de R\$ 150 mil), diante da grande tarefa que enfrenta, a qual inclui financiar a pesquisa e sua infraestrutura. O estudo evidenciou que o financiamento na área é abrangente em temas, número de projetos e distribuição regional, além de ter apresentado trajetória ascendente de recursos contratados e desembolsados até 2010. A partir de 2011, entretanto, todos os indicadores declinaram, inclusive quanto a temas, novos editais, montante e percentual de desembolso a contratos vigentes de P&D.

O apoio dos Fundos Setoriais tem sido relevante, apesar da falta de continuidade e de previsibilidade de editais, de desembolsos e de sequência de linhas de pesquisa que sejam claramente estabelecidas, tendo em vista o médio e longo prazo. Essas e as outras

características apontadas no estudo permitem concluir que o Sier brasileiro é típico de um sistema de inovação setorial ainda em formação. O aprimoramento depende de iniciativas mais efetivas e ousadas tanto do Estado, nos papéis de apoio, pesquisa e coordenação, quanto das firmas, na sua atribuição de empreender ações voltadas para a inovação.

Identificou-se, nos resultados do apoio dos fundos às ERs, que os maiores aportes e número de projetos são da área de biomassa e suas infraestruturas de P&D. Os recursos saíram de todos os fundos do FNDCT, sendo concentrados no CT-Energia e nas ações transversais e de infraestrutura. Os projetos específicos de P&D passaram a ter menor porte, ao mesmo tempo em que mais recursos foram deslocados para a criação ou modernização das infraestruturas (que absorveram 31,6% do desembolso total para as ER).

Destaca-se também a pulverização de recursos em pequenos projetos de pesquisa básica (média de R\$ 120 mil nos 1.451 projetos aprovados pelo CNPq, entre os 1.893 no total), tipicamente em temas ligados à geração de energia, a cuidados ambientais, perfil de C&T, mas também para materiais e equipamentos, tendo grande peso os projetos para biodiesel e etanol. Contudo, por meio da Finep, são registrados, mais recentemente, grandes projetos de infraestrutura, de até R\$ 22 milhões cada. Alguns projetos indicam que tanto para grandes estudos quanto para suportes a infraestruturas de pesquisa em ERs exige-se dotação de recursos muito acima da média.²⁷ De acordo com o observado nos casos de Estados Unidos e Alemanha, a P&D nesta área exige vultosos recursos, e a opção por mais projetos e menores valores, ou a redução de aportes (como tem ocorrido a partir de 2011), não é condizente com os desafios de grande impacto nas ERs.

Outro destaque no sistema de apoio às ERs, ao se ter como referência os correspondentes sistemas de incentivo nos países líderes, é o pequeno porte dos projetos contratados junto ao FNDCT. Isso faz com que, tanto em processos industriais quanto em matérias-primas (agrícolas), na ausência de outras iniciativas e fundos de maior porte, seja reforçado o perfil do Brasil (e de suas empresas) de seguidor em P&D nesta área. A exceção, neste ponto, é a P&D ligada aos biocombustíveis etanol e biodiesel de primeira geração, em que se concentram o maior volume de projetos e de recursos entre as 1.893 propostas aqui classificadas como ERs.

27. Porte dos projetos de ER: 5 projetos acima de R\$ 10 milhões (e máximo de R\$ 22,8 milhões); 17 acima de R\$ 5 milhões e abaixo de R\$ 10 milhões; 125 entre R\$ 1 milhão e menos de R\$ 5 milhões; 117 acima de R\$ 500 mil e abaixo de R\$ 1 milhão; e 1.370 abaixo de R\$ 500 mil. Por fim, em 24 projetos, não se efetivou desembolso.

Para além da P&D, mas no contexto dos sistemas de inovação, um aspecto presente no perfil do FNDCT, em todas as áreas, é o papel que ele presta à formação básica dos alunos e à iniciação científica, componentes imprescindíveis ao passo seguinte da inovação, que é a P&D. Ainda que de forma informal, este aspecto liga o ensino e a C&T (função do MEC) à P&D e inovação (função do MCTI e firmas), de acordo com o marco teórico adotado. Na perspectiva de mudança do atual perfil – o que significa puxar a corda (ou recursos) mais para o segundo lado –, será necessário que recursos para a infraestrutura de ensino surjam de outra fonte, sob pena de prejuízo da formação científica, que vem a ser outro desafio para a inovação. Reforça este aspecto o fato de o Sier brasileiro ser amplamente ancorado nas universidades, sendo natural a diversidade em todos os sentidos. Em resumo, sugere-se que mudanças sejam amplamente negociadas. Nesse sentido, os conselhos interministeriais e os comitês de gestão de fundos de apoio à P&D podem ter caráter mais deliberativo, talvez até inspirados no modelo alemão.

Também de forma resumida, políticas públicas de aprimoramento e apoio à P&D em ERs devem considerar: *i*) a elaboração e execução de um plano coordenado de aumento e qualificação das estruturas física e de pessoal; *ii*) clareza na continuidade, divulgação e previsibilidade de recursos para as modalidades infraestrutura e para projetos de pesquisa; *iii*) vinculação de recursos para projetos estratégicos, com orçamento anual ou bianual, definido e executado a partir de fundos específicos; e *iv*) planos de investimento de longo prazo, tanto no âmbito macro, estruturante do Sier, como no nível de projetos.

A priorização de projetos estratégicos pode ocorrer por três caminhos, desde que aumentando o aporte de recursos e não pela concentração do que já é irrisório, mostrados a seguir.

- 1) Por meio de escolhas qualificadas de quais desafios são centrais para as energias mais avançadas.
- 2) Em consequência do surgimento de um protagonismo do país em ERs, que passe a exigir foco em dado segmento da cadeia produtiva ou subtema específico.
- 3) Por meio do apoio ao crescimento dinâmico do mercado de ERs, da estabilidade e da previsibilidade de regras de mercado e de apoio financeiro à

produção em P&D – o que é um fator central de fortalecimento da própria P&D em cenários competitivos.

Por fim, há necessidade de se aperfeiçoar as formas de atração de empresas tanto para a cooperação com as universidades e os institutos quanto para a própria liderança em P&D. Trata-se de instigar o caminho inverso ao foco estatal, ou seja, a partir de qual perspectiva de P&D as firmas *com capacidades e riscos assumidos* demandam interações para alçar degraus mais ambiciosos. Neste aspecto, são oportunos estudos e comparações entre o modelo brasileiro de atração de empresas para a interação em P&D em ERs, no que tange às políticas dos últimos trinta anos e ao caminho dos países líderes e de suas firmas, acerca de como seguiram ou foram levadas a seguir tal caminho, ações e fatos pró e contra a competitividade.

REFERÊNCIAS

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Relatório técnico de acompanhamento da política industrial**. ABDI, 2014. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Paginas/politica_industrial.aspx>.

BETTENCOURT, Luís M. A.; TRANCIK, Jessika E.; KAUR, Jasleen. Determinants of the pace of global innovation in energy technologies. **Plos One**, v. 8, n. 10, 2013. Disponível em: <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0067864>>.

BLOOMBERG. Germany energy minister proposes cuts to renewable subsidies, industry reacts. **Bloomberg News**, 20 Jan. 2014. Disponível em: <<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2014/01/german-energy-minister-proposes-cuts-to-renewable-subsidies-industry-reacts?cmpid=rss>>.

BMBF – BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG. **Research at a Glance** – the German research landscape. BMBF: Bonn, 2007.

BMELV – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ. **The renewable energy sources act: facts and figures on biomass – the 2012 amendment**. Disponível em: <http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/EEG-Amendment2012.pdf?__blob=publicationFile>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia: 2006-2011**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>.

_____. Ministério de Minas e Energias/Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Plano Nacional de Energia 2030** (PNE). Brasília: MME/EPE, 2007.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Energia 2022**. Brasília: MME/EPE, 2013. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PDE2022.pdf>>.

CEC – CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. History of California’s renewable energy programs. 2009. Disponível em: <<http://www.energy.ca.gov/renewables/history.html>>. Acesso em: 2014.

CONCEIÇÃO, Júnia P.; SANTOS, Gesmar R.; POMPERMAYER, Fabiano M. Biocombustíveis no Brasil: etanol e biodiesel. *In*: PÊGO, Bolívar; CAMPOS NETO, Carlos Alvares da Silva (Org.). **Infraestrutura econômica no Brasil**: diagnósticos e perspectivas para 2025. Brasília: Ipea, 2010. p. 193-247. v. 1.

CUHLS, Kerstin; GRUPP, Hariolf. Alemanha: abordagens prospectivas nacionais. **Parcerias Estratégicas**, n. 10, mar. 2001.

DE NEGRI, João Alberto; DE NEGRI, Fernanda; LEMOS, Mauro Borges. O impacto do FNDCT sobre o desempenho e o esforço tecnológico das empresas industriais brasileiras. *In*: DE NEGRI, João Alberto; KUBOTA, Luis Claudio (Ed.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: Ipea, 2008.

DIISR – DEPARTMENT OF INNOVATION, INDUSTRY, SCIENCE AND RESEARCH. **Strategic roadmap for Australian research infrastructure**. Sept. 2011. Disponível em: <<http://www.innovation.gov.au/science/Documents/2011StrategicRoadmapforAustralianResearchInfrastructure.pdf>>.

DOE – U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **FY 2014 congressional budget request**: budget highlights. DOE/Office of Chief Financial Officer, Apr. 2013. Disponível em: <http://energy.gov/sites/prod/files/2013/04/f0/FY14_DOE_Budget_Highlights_Final.pdf>.

DOE – U.S. DEPARTMENT OF ENERGY/EERE – ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY. **Multi-year program plan**. DOE/Eere, May 2013. Disponível em: <http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/mypp_may_2013.pdf>.

EFI – EXPERTENKOMMISSION FORSCHUNG UND INNOVATION. Research, innovation and technological performance in Germany – **EFI Report**. Berlin: EFI, 2013. Disponível em: <<http://www.e-fi.de/gutachten.html?&L=1>>.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Fontes eólica e solar lideram inscrições no leilão de energia para o ano de 2016. **Informe à Imprensa** – leilão de energia A-3, Rio de Janeiro: EPE, 5 set. 2013.

GELLER, Howard S. **Revolução energética**: políticas para um futuro sustentável. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Renewable energy: RD&D priorities insights from IEA technology programmes**. Paris: OECD/IEA, 2006. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/renewenergy.pdf>>.

_____. **IEA guide to reporting energy RD&D budget/expenditure statistics**. Paris: OECD/IEA, 2011. Disponível em: <<http://www.iea.org/stats/RDD%20Manual.pdf>>.

_____. **World energy outlook 2012**. Paris: IEA, 2013. Disponível em: <www.iea.org>.

JOHNSTONE, Nick; HASCIC, Ivan; POPP, David. **Renewable energy policies and technological innovation: evidence bases on patent counts**. Cambridge, MA: NBER, 2008. (Working Paper, n. 13760).

LUNDEVALL, Bengt-Akel. National innovation systems – analytical concept and development tool. **Industry and Innovation**, v. 14, n. 1, p. 95-119, 2005.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO/FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS/FNDCT – FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Relatório de gestão do exercício de 2011**. Rio de Janeiro: MCTI, 2012.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA/EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional 2013 (BEN)**. Brasília: MME/EPE, 2014. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>.

NIOSI, Jorge *et al.* National systems of innovation: in search of a workable concept. **Technology in Society**, v. 15, n. 2, p. 207-227, 1993.

NOGUEIRA, Mauro O.; KUBOTA, Luis C.; MILANI, Daniele N. CT-Info: uma visão a fundo. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 407-444, jul./dez. 2011.

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Frascati 2002**: medição de atividades científicas e tecnológicas. Versão em português. F-Iniciativas, 2013. Disponível em: <www.mcti.gov.br>.

PÊGO, Bolivar; CAMPOS NETO, Carlos Alvares da Silva (Org.). Biocombustíveis no Brasil: etanol e biodiesel. *In*: _____. **Infraestrutura econômica no Brasil**: diagnósticos e perspectivas para 2025. Brasília: Ipea, 2010. p. 193-247. v. 1.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento**: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

_____. Bioenergias: uma janela de oportunidades. *In*: ABRAMOVAY, R. (Org.). **Biocombustíveis**: a energia da controvérsia. São Paulo: Senac, 2009. p. 143-18.

SANTOS, Gesmar R. **Financiamento público da pesquisa em recursos hídricos no Brasil**: o fundo setorial CT-Hidro. Rio de Janeiro: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, n. 1742). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15465>.

_____. Pesquisa em biomassa energética no Brasil: apontamentos para políticas públicas. **Boletim Radar**, Brasília, n. 26, p. 25-36, jun. 2013.

_____. Infraestrutura de pesquisa em energias renováveis no Brasil. **Boletim Radar** – tecnologia, produção e comércio exterior, Brasília, n. 35, p. 7-18, out. 2014.

SCHUMPETER, Joseph A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

STEENBLIK, Ronald. **Biofuels**: at what cost? Government support for ethanol and biodiesel in selected OECD countries. Geneva, Switzerland: GSI, 2007.

TILLEMANN, Levi (Coord.). **Revolution now** – the future arrives for four clean energy technologies. U.S. Department of Energy, 17 Sept. 2013. Disponível em: <<http://energy.gov/sites/prod/files/2013/09/f2/Revolution%20Now%20--%20The%20Future%20Arrives%20for%20Four%20Clean%20Energy%20Technologies.pdf>>.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME/BNEF – BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. **Global trends in renewable energy investment 2013**. UNEP/BNEF, 2013. Disponível em: <<http://www.fs-unep-centre.org>>.

UNITED STATES. **Energy independence and security act of 2007**. Public law 110–140. 19 Dec. 2007. Disponível em: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-110publ140/pdf/PLAW-110publ140.pdf>>.

WHITE HOUSE/OSTP – OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY. **The 2014 budget**: a world-leading commitment to science and research – science, technology, innovation, and Stem education in the 2014 budget. Mar. 2014. Disponível em: <www.whitehouse.gov/ostp>.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

NELSON, Richard; PETERHANSL, Alexander; SAMPAT, Bhaven. Why and how innovations get adopted: a tale of four models. **Industrial and Corporate Change**, v. 13, n. 5, p. 679-699, 2004.

APÊNDICE A

NOTA GERAL DA METODOLOGIA

A seleção de projetos de energias renováveis utilizando palavras-chave (quadro A.1) considerou, inicialmente, a estrutura da base descritiva e de resumo dos projetos, fornecida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Nesta base, disponibilizada em planilha Excel, há 35 colunas com variáveis descritivas dos projetos. Entre estas, diversas permitem identificar quais projetos são de uma área ou de outra. A primeira é a que identifica o Fundo Setorial ou ação que possibilitou a contratação dos projetos. Por exemplo, CT-Energia. Outras colunas que também relacionam os temas pesquisados são as do edital, do título, do objetivo ou da descrição. Além disso, tanto a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) quanto o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) utilizam áreas prioritárias, programas e linhas de pesquisa, expressos em colunas que permitem agrupar, por exemplo, biocombustíveis, na planilha geral, independentemente do ano do edital e de qual fundo participou.

QUADRO A.1

Palavras-chave utilizadas para busca e seleção de projetos na área de energias renováveis (ERs)¹

Aerogeradores	Eólica	Maré
Alternativa (matéria-prima)	Etanol, álcool	Modelo, modelagem
Bagaço, palha	Fotônica	Materiais (resistência, calor, fadiga, condução)
Biocombustíveis	Fotovoltaica (célula foto)	Oleaginosas
Biodiesel	Gaseificação, pirólise	Ondas
Biogás	Geração	Renováveis, resíduos
Cana-de-açúcar	Glicerina	Sistemas de potência
Catálise (catalisador)	Glicerol	<i>Smart grid</i>
Distribuída, distribuição	Hidrelétrica	Solar
Energia (produção, geração)	Hidrogênio (célula combust.)	Transesterificação
Enzimas	Hidrólise, hidrolase, lignocelulose	Turbina, rotor, conversor, pás

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Foram retirados da relação de projetos aqueles que tratavam de outras áreas. Por exemplo, álcool para uso fármaco-químico; energias não renováveis; fotônica aplicada à transmissão de dados – tecnologia da informação (TI); e eventos sem vínculo com pesquisa e desenvolvimento (P&D) em ERs.

Tendo essas características, um simples comando agrupa todos os projetos selecionados por cada uma das palavras-chave. O passo seguinte foi a leitura dessas colunas, uma vez que há temas de pesquisa aplicados às ERs e também a outras áreas, cujos projetos foram expurgados da seleção. Os demais passos estão descritos no corpo do texto, na seção 3, ocorrendo a definição das palavras-chave após consultas a: *i*) bibliografia referenciada; *ii*) linhas de pesquisas e desafios apontados por instituições renomadas no Brasil e em outros países (quadro A.2); e *iii*) informações, linhas de pesquisa e dados de empresas líderes.

QUADRO A.2
Instituições e laboratórios de referência e linhas de pesquisa

Fonte primária	Centros de excelência em P&D		Linhas de pesquisa e projetos específicos ¹
	Tipo/transmissão ou forma de uso	Outros países	
1. Eólica	Elétrica	Brasil Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP); Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia/Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ); Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepele). Instituição: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).	1. Tecnologia de aeradores (pás, torres, gearboxes, rotores e outros). 2. Tecnologias de dimensionamento de recursos eólicos. 3. Centrais eólicas e sistemas de conexão à rede. 4. Equipamentos de controle e conversão. 5. Materiais: fadiga, resistência, composição.
		Outros países The National Renewable Energy Laboratory (NREL) Golden (near Boulder), Colorado. 2 - Berkeley Lab - CA, Estados Unidos; IEA - Associação Empresarial Eólica AEE - Espanha.	
2. Solar	2.1. Elétrica-fotovoltaica e radiação solar 2.2. Térmica: aquecimento/armazenamento	NREL Solar Program Integrator - National Center for Photovoltaics; Berkeley Lab - CA, Estados Unidos; União Espanhola Fotovoltaica (UNEF).	1. Gerador fotovoltaico; acumuladores de energia. 2. Componentes dos sistemas fotovoltaicos e de conexão à rede elétrica. 3. Metodologias de dimensionamento de sistemas. 4. Simulação computacional de sistemas fotovoltaicos, modelos de radiação solar. 5. Radiação solar: medidas e meio ambiente; instrumentação solarimétrica.
		Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), UFRGS, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), Coppe/UFRJ (Lalae), USP (Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos). UFSC Florianópolis: Laboratórios de Engenharia de Processos de Conversão e Tecnologia de Energia/Laboratório de Tubos de Calor (Lepten/Labtuca); Universidade de Campinas (Unicamp) Departamento de Engenharia Térmica e de Fluidos (DEF), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT/SP) - Laboratório de Energia Térmica, Motores, Combustíveis e Emissões (LETMCE); IPT/SP, IEE/USP, Coppe/UFRJ.	1. Coletores de placa plana: análise de desempenho e materiais. 2. Coletores concentradores. 3. Tanques térmicos de armazenagem. 4. Metodologias de dimensionamento. 5. Simulação computacional de sistemas solares de aquecimento de água. 6. Equipamentos e tecnologias para o conforto térmico.

(Continua)

(Continuação)

Fonte primária	Tipo/transformação ou forma de uso	Centros de excelência em P&D	Linhas de pesquisa e projetos específicos ¹
Outros países	Brasil	<p>3.1. Biodiesel e outros substitutos do diesel</p> <p>3.2. Etanol e outros renováveis substitutos da gasolina</p> <p>3.3. Biogás - eletricidade</p> <p>3.4. Eletricidade de biomassa sólida</p> <p>3.5. Térmica: fornos e caldeiras e fornos</p>	<p>1. Testes e ensaios com motores e componentes da combustão.</p> <p>2. Desenvolvimento de tecnologias e processos de produção do biodiesel.</p> <p>3. Destino e uso dos coprodutos (glicerina, torta, farelo etc.).</p> <p>4. Caracterização e controle de qualidade do combustível e misturas.</p> <p>5. Critérios e formas de armazenamento do biodiesel e das misturas.</p> <p>6. Desenvolvimento de matérias-primas agrícolas.</p> <p>1. Tecnologia agronômica: cultivares, rendimento agrícola, nível de açúcares totais recuperáveis (ATR), resistência a pragas, ciclo de vida e manejo integrado de resíduos.</p> <p>2. Etanol lignocelulósico (pré-tratamento, hidrólise enzimática e outros processos bioquímicos, biotecnologia de plantas e algas).</p> <p>3. Tecnologia industrial (eficiência do processo industrial, geração elétrica, aproveitamento de resíduos, máquinas de plantio e colheita).</p> <p>4. Desempenho de equipamentos (motores e turbinas a etanol etc.).</p> <p>5. Concentração, biodigestão e uso controlado da vinhaça.</p> <p>6. Novas rotas tecnológicas de produção de etanol.</p> <p>1. Avaliação da cinética de digestão anaeróbia nos biodigestores.</p> <p>2. Desenvolvimento de novos modelos biodigestores (isolamento térmico, agitação e aquecimento da biomassa, aumento da produção).</p> <p>3. Biolertilizantes: formas de aproveitamento, impactos e controle ambiental).</p> <p>4. Desenvolvimento de equipamentos para o uso do biogás: substituição da lenha e gás liquefeito de petróleo (GLP), compressão e transporte à baixa pressão, motores, geradores.</p> <p>5. Desenvolvimento de processos de purificação e eficiência do biogás.</p> <p>6. Capacitação de operadores, desenho e montagem de unidades-piloto e desenvolvimento de plantas industriais.</p> <p>1. Novas tecnologias de combustão mista de biomassa/canvão.</p> <p>2. Equipamentos de gaseificação da biomassa e uso do gás em ciclos combinados e de baixa e alta pressão de vapor.</p> <p>3. Conversão termoquímica/pirolise de nova geração.</p> <p>4. Sistemas de monitoramento de processos de alta pressão.</p> <p>5. Desenvolvimento de equipamentos e processo de pequeno porte.</p>
Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab); NREL; JBEI (U.S. Department of Energy Bioenergy Research Center - San Francisco). (Instituições: IEA, European Biofuels Technology Laboratories).	Universidade de Brasília (UnB), UFRJ, Universidade Federal de Viçosa (UFVicos); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) UnB: Química; Embrapa Agroenergia.	<p>Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético - Universidade Federal de São Carlos (Ridestal/UFSCar), CTBE, Embrapa; empresas líderes.</p> <p>USP - Centro Nacional de Referência da Biomassa (Cenbio).</p> <p>USP - Cenbio.</p> <p>USP - Cenbio.</p> <p>Ampla difusão no mercado: desenvolvimento no âmbito de processos e equipamentos da indústria termomecânica.</p>	
NREL Golden (near Boulder), Colorado; Eastern Regional Research Center (ERRC); IRI-USDA, Wyndmoor, Pennsylvania.			

(Continua)

(Continuação)

Fonte primária	Centros de excelência em P&D		Linhas de pesquisa e projetos específicos ¹
	Tipo/transformação ou forma de uso	Outros países	
4. Hidráulica	Elétrica	Brasil	<ol style="list-style-type: none"> 1. P&D de equipamentos e processos (repotencialização, eficiência energética, segurança, pequeno porte, materiais especiais). 2. <i>Smart grid</i>, equipamentos de controle, vibração e ruídos. 3. Segurança de sistemas de potência. 4. <i>Softwares</i> aplicados ao controle e monitoramento de sistemas. 5. P&D em impactos ambientais de barragens e redes de alta voltagem. 6. Sistemas híbridos, multifísicos e transmissão de calor.
		<p>Cepeel, Coppe/UFRJ, Politécnica/USP. Instituição: CGEE, Cepeel, Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).</p> <p>Universidades. Instituição: US Energy Department (DOE).</p>	
5. Geotérmica	5.1. Elétrica 5.2. Térmica	Geotérmica sem aplicabilidade no Brasil, por condições naturais: não abordada no estudo.	
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Fenomenologia, monitoramento. 2. Equipamentos mecânicos e estruturas, interconexões. 3. Flutuadores, conversores. 4. Geradores, bombas hidráulicas. 	
6. Maremotriz	Elétrica	Coppe/UFRJ; Universidade Federal do Ceará (UFC).	
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Eletroquímica e diferentes tipos de células a combustível. 2. Sistemas e tecnologias de armazenagem. 3. Tecnologias para validação de processos de produção. 4. Segurança laboratorial e de manejo operacional, análise econômica e ambiental. 5. Tecnologias de produção (processo de fermentação; separação biológica, foto-eletrouímica e térmico-solar da água; conversão da biomassa e resíduos sólidos). 	
7. Hidrogênio	Combustível: célula combustível	Coppe/UFRJ - LAB2: Unicamp Instituto de Física/ Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (FI/Ceneh); Itaipu Binacional-Parque Tecnológico Itaipu (PTI).	
		<p>NREL Golden (near Boulder), Colorado, Estados Unidos.</p>	

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Normatização, certificação, padronização, acreditação e desenvolvimento de *softwares* são outros temas pesquisados no âmbito de todas as formas de energia.

APÊNDICE B**DESCRIPTIVAS DOS FUNDOS SETORIAIS COM PROJETOS EM ERS
(1999-2011)**

TABELA B.1

Número de projetos, valor total e valor médio dos projetos contratados por Fundo Setorial e ações do MCTI

Descrição	CT-Aero	CT-Agro	CT-Amaz	CT-Aqua	CT-Biotec	CT-Energia	CT-Espacial	CT-Hidro	CT-Info	CT-Infra
Projetos ERS	3	99	9	15	23	574	1	49	8	95
Valor total ERS (R\$ INPC 2011)	772.152	34.034.236	13.322.845	3.399.315	4.568.803	231.806.482	1.262.590	6.763.678	434.905	121.244.551
Valor médio (R\$)	257.384	343.780	1.480.316	226.621	198.644	403.844	1.262.590	138.034	54.363	1.276.258
Descrição	CT-Mineral	CT-Petro	AC-Transversal	FNDCT	CT-Saúde	CT-Transporte	Subvenções	Verde-amarelo	Todos	Todos
Projetos ERS	12	164	493	45	1	1	52	14	1.658	1.658
Valor total ERS (R\$ INPC 2011)	172.059	28.083.592	137.608.513	76.921.488	456.511	1.210.501	55.903.474	4.604.965	722.570.659	722.570.659
Valor médio (R\$)	14.338	171.241	279.125	1.709.366	456.511	1.210.501	1.075.067	328.926	435.809	435.809

Elaboração do autor.

TABELA B.2

Distribuição dos projetos por modalidade de contratação

Modalidade	Eventos	Encomenda	Carta-convite	Chamada pública	Todas
Número de contratos	23	197	27	1.411	1.658
Valor (R\$ INPC 2011)	1.439.099,632	343.517.379,60	26.352.224,03	351.261.955,90	722.570.659,20
Médias/projetos (INPC 2011)	62.569,55	1.743.743,04	976.008,30	248.945,40	435.808,60

Elaboração do autor.

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Andrea Bossle de Abreu

Revisão

Camilla de Miranda Mariath Gomes

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Elisabete de Carvalho Soares

Lucia Duarte Moreira

Luciana Bastos Dias

Luciana Nogueira Duarte

Míriam Nunes da Fonseca

Thais da Conceição Santos (estagiária)

Vivian Barros Volotão Santos (estagiária)

Editoração eletrônica

Roberto das Chagas Campos

Aeromilson Mesquita

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Carlos Henrique Santos Vianna

Capa

Luís Cláudio Cardoso da Silva

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than
Portuguese published herein have not been proofread.*

Livraria do Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

