



Nº 35

Radar

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

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

10 / 2014

ipea

Nº 35

Radar

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

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

10 / 2014



Governo Federal

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da
Presidência da República**
Ministro Marcelo Côrtes Neri

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

Bernardo Abreu de Medeiros

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

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

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

RADAR

Tecnologia, produção e comércio exterior

Editor responsável

José Mauro de Moraes

Radar : tecnologia, produção e comércio exterior / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura. - n. 1 (abr. 2009) - . - Brasília : Ipea, 2009-

Bimestral
ISSN: 2177-1855

1. Tecnologia. 2. Produção. 3. Comércio Exterior. 4. Periódicos. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura.

CDD 338.005

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2014

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, 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.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
INFRAESTRUTURA DE PESQUISA EM ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL	7
Gesmar Rosa dos Santos	
CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DA INFRAESTRUTURA DE PESQUISA VOLTADA PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	19
Jean Marlo Pepino de Paula	
INFRAESTRUTURA LABORATORIAL E COOPERAÇÃO PARA P&D E INOVAÇÃO	31
Gilson Geraldino Silva Jr.	

APRESENTAÇÃO

Esta 35ª edição do boletim *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior* apresenta três artigos com o tema “infraestrutura de laboratórios nas instituições científicas brasileiras”, o qual foi lançado no projeto Mapeamento de Infraestruturas de Pesquisa, uma ampla pesquisa de campo realizada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em 2013, com o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Ipea. A metodologia utilizada e os resultados gerais preliminares foram apresentados em De Negri e Squeff (2014). A pesquisa foi realizada por meio de um questionário *online*, a que responderam os dirigentes de pesquisa de 2.119 infraestruturas. As infraestruturas avaliadas no projeto são as relativas aos setores de defesa, complexo da saúde, energias renováveis, petróleo e gás, agronegócio, tecnologias de informação e comunicação, complexo aeronáutico e construção civil.

Os dois primeiros artigos desta edição apresentam dados e análises dos setores de energias renováveis e construção civil e o terceiro analisa a cooperação laboratórios-empresas e seus efeitos na utilização da infraestrutura laboratorial. Todos os trabalhos constituem artigos preliminares sobre esses temas, que serão publicados em livro pelo Ipea com os dados definitivos sobre os oito setores incluídos no projeto.

O primeiro artigo, de autoria de Gesmar dos Santos Rosa, objetiva caracterizar as infraestruturas laboratoriais que desenvolvem pesquisas na área de energias renováveis, e destacar alguns aspectos das interações entre os pesquisadores, as instituições parceiras e o setor produtivo nesta área. Para fazer a identificação das características das infraestruturas, o autor considerou os seguintes tipos de energia: etanol, biodiesel, gás de biodigestores, biomassa para queima, hidroeletricidade, solar, eólica, propagação das marés e hidrogênio. Entre os resultados encontrados, verificou-se que 88% dos laboratórios que atuam na área de energias renováveis contaram com investimentos significativos nos últimos cinco anos, e que 81,5% dos pesquisadores têm o título de doutor. A maior financiadora da implantação e da modernização das infraestruturas é a União, seguida da empresa Petrobras. Como fatores que podem limitar a realização de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de ponta em energias renováveis, o artigo verificou que apenas uma das cem infraestruturas que responderam ao questionário na área é de grande porte, e que o número médio de pesquisadores é de apenas cinco por infraestrutura.

O segundo artigo, de autoria de Jean Marlo Pepino de Paula, analisa as características da infraestrutura de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) voltada para a indústria da construção civil. O artigo destaca as formas de inovação que ocorrem nesta indústria e alguns dos fatores reconhecidos pela literatura como responsáveis pela lenta evolução tecnológica no setor. A pesquisa identificou 52 infraestruturas de pesquisas em 23 instituições, que ocupavam, em 2012, 1.436 pessoas, entre equipes técnica/administrativa, pesquisadores internos e externos aos respectivos laboratórios e estudantes. Apenas duas das instituições são entidades privadas. Na equipe de pesquisadores vinculados internamente às infraestruturas prevaleceram aqueles com graduação de doutor (70,2%). Uma vez que os estudos em áreas como estruturas das construções exigem grandes equipamentos para ensaios físicos, mecânicos e aerodinâmicos de protótipos em diversas escalas, parte importante das pesquisas realizadas na construção civil envolve laboratórios de grandes dimensões. Os centros de pesquisa responsáveis pela disseminação tecnológica são as principais estruturas no processo de inovação, localizados predominantemente nas universidades que oferecem cursos de pós-graduação para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas. Apesar de todos estarem sujeitos a normas de edificações sustentáveis, o artigo lembra que, entre os 74 parques tecnológicos existentes no Brasil, nenhum se consolidou na temática de construção civil.

O terceiro artigo, de Gilson Geraldino Silva Jr., objetiva apresentar parte dos resultados de um estudo voltado à avaliação do impacto da cooperação laboratórios-empresas sobre a utilização da infraestrutura laboratorial. O trabalho procurou verificar se a cooperação entre laboratórios e empresas aumenta a probabilidade de ocorrência de atividades laboratoriais isoladamente (como de pesquisa, de ensino, de extensão tecnológica, entre outras), ou com alguma combinação de atividades. Os resultados derivados da aplicação de modelo econométrico mostraram que a cooperação com empresas no Brasil aumenta a probabilidade de ocorrência contínua de atividades de pesquisa, desenvolvimento de tecnologias e prestação

de serviços tecnológicos. O fato do laboratório ser acreditado, ou seja, operar em conformidade com critérios técnicos e com padrões internacionais, está positivamente associado a atividades contínuas de pesquisa e de prestação de serviços técnico-científicos e tecnológicos.

Ao apresentar esta edição, com artigos sobre a infraestrutura de pesquisa científica existente no país, este *Radar* contribui para o início de um processo que visa ao melhor conhecimento de diversos aspectos das atividades dos laboratórios de pesquisa, tema ainda pouco presente na pauta dos pesquisadores da área, exatamente pela falta de informações e dados estatísticos sobre a infraestrutura de laboratórios. As análises terão continuidade com a publicação de livro do Ipea sobre o tema, cujos trabalhos se fundarão nos dados levantados de 1.760 infraestruturas de pesquisas científicas, constantes do projeto Mapeamento de Infraestruturas de Pesquisa.

INFRAESTRUTURA DE PESQUISA EM ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL¹

Gesmar Rosa dos Santos^{2, 3}

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta parte dos resultados de levantamento sobre a infraestrutura de pesquisa instalada no Brasil que desenvolve estudos na área de energias renováveis. O objetivo do trabalho é caracterizar as infraestruturas (ou instalações laboratoriais) e destacar aspectos das interações entre os pesquisadores, as instituições parceiras e o setor produtivo. Parte-se do pressuposto de que a infraestrutura laboratorial é fortemente relevante para o desenvolvimento de pesquisas e inovação em energias renováveis, podendo se constituir, quando não adequada, em fator limitante de avanços tecnológicos nesta área.

O trabalho integra pesquisa mais ampla, desenvolvida a partir de parceria entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Ipea, na forma apresentada em Squeff e De Negri (2014). Os indicadores utilizados são provenientes das respostas dadas a uma enquête estruturada por equipes do CNPq e do Ipea, aplicada em 2013 junto a coordenadores de infraestruturas de pesquisa. De 1.760 questionários completos respondidos, cem são de infraestruturas de pesquisas atuantes em energias renováveis, estudadas neste artigo.

As questões que orientam o projeto, assim como este artigo, foram inicialmente apresentadas em De Negri e Cavalcante (2013), quando se apurou a relevância de levantamentos sobre as infraestruturas de pesquisa no Brasil em aspectos como: localização das principais infraestruturas, porte, capacidades e competências; formas de interação entre as instituições de pesquisa e o setor produtivo; recursos humanos; financiamento à P&D; e adequação de laboratórios. Tais questões seguem iniciativas anteriores do MCTI de diagnóstico de infraestruturas de pesquisa, como a avaliação dos centros vocacionais tecnológicos (CGEE, 2010a) e o levantamento do quadro de atores no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação (CGEE, 2010b).

Iniciativas semelhantes (com alguns estágios à frente do Brasil) estão em andamento em países como Austrália e Alemanha, os quais desenvolvem, atualmente, prospecção no sentido de conceber o tipo de infraestrutura de pesquisa que se demandará, com o propósito de fornecer respostas de P&D em temas estratégicos (DIISR, 2011; EFI, 2013). Com tal medida, estes países esperam desenhar políticas de direcionamento e indução à P&D nos aspectos mais relevantes de economia e de necessidades da sociedade, sendo energias renováveis um dos temas eleitos.

Este artigo é composto por quatro seções, além desta introdução. Na seção 2 são apresentados os procedimentos metodológicos; na seção 3 são discutidas as características dos sistemas de inovação e energias renováveis (Sier), a partir da noção de sistemas nacionais de inovação (SNI); na seção 4 são apresentados os resultados da pesquisa CNPq/Ipea; e, por fim, na seção 5 são feitas considerações gerais e algumas sugestões para o debate das políticas públicas na área.

1. Este trabalho integra o projeto de pesquisa da Diretoria de Estudos Setoriais (Diset) do Ipea, em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) sobre o sistema nacional de inovação e sua infraestrutura de pesquisa no Brasil.

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

3. O autor agradece os comentários e as sugestões feitas por José Mauro de Moraes – coordenador e técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset). Erros e omissões são de responsabilidade do autor.

2 INFRAESTRUTURAS DE PESQUISA NO CONTEXTO DA INOVAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS

É amplamente conhecido o grande potencial do Brasil para a produção de energia renovável (ER), com destaque para o seu potencial hídrico, a sua capacidade de produção de biomassa para biocombustíveis, além das oportunidades de geração de energia elétrica pelo uso das fontes eólica e solar. A produção, nas duas primeiras modalidades, data do início do século XX, sendo a pesquisa inicialmente ligada às universidades e, posteriormente, também a instituições públicas e privadas (Brasil, 2006). O incremento da pesquisa científica na área, no Brasil e em outros países, ocorre em meio à difusão das preocupações ambientais e a apelos de segurança energética, a partir da década de 1960 (Geller, 2003; Brasil, 2006).⁴

Nas últimas três décadas, a P&D na área de energias ganhou grande impulso na perspectiva de redução dos custos de geração das renováveis, que ainda são maiores do que os custos das fontes de origem fóssil, de acordo com Brasil (2007), Ipea (2010) e IEA (2006 e 2013). Países como Estados Unidos e Alemanha adotam subsídios à geração de energias renováveis (Unep e Blommborg, 2013; EFI, 2013) e grande orçamento para a P&D como formas de alavancar o desenvolvimento de novas tecnologias. No Brasil, tanto a alavancagem da produção de energias a partir de fontes renováveis quanto o apoio à P&D nesta área alternam momentos de estímulos e de desestímulos, segundo Santos (2013 e 2014). A geração de energia, assim como a produção de bens e serviços tecnológicos a elas relacionados têm como pontos fortes, em nosso país, a abundância de recursos naturais e o grande porte do mercado interno de energia.

Nesse contexto, caracterizar infraestruturas de pesquisa é adentrar no que ainda se configura, no Brasil, como um Sier: parte integrante do que a literatura denomina sistema nacional de inovação (Lundvall, 2005; Niosi *et al.*, 2003). Segundo Lundvall (2005), a caracterização de um SNI deve incluir ações resultantes do processo de aprendizagem (*learning by doing*) e requisitos ou funções inerentes ao núcleo central do sistema de inovação (empresas inovadoras, ambiente de inovação e negócios e financiamento à P&D) sendo, também, importantes a estrutura da produção e de demanda dos bens, o mercado de trabalho e a intervenção dos governos no sistema de inovação, a exemplo do financiamento e da infraestrutura.

Niosi *et al.* (1993) destacam três componentes principais de um SNI: uma política de governo no plano nacional; uma regulação estatal formal e uma coordenação informal; e fundos de P&D. Para os autores, um SNI é resultado, ainda, de quatro elementos essenciais: *i*) os fluxos financeiros de fundos públicos e privados para a inovação; *ii*) o marco legal e as políticas, como a de propriedade intelectual; *iii*) os fluxos tecnológicos, científicos e informacionais; *iv*) os fluxos sociais, com inovação organizacional fluindo de uma firma a outra, e os fluxos pessoais, de universidades para indústrias e de firma para firma.

Estudo realizado por Santos (2014) aponta que o Brasil já conta com marco legal que se consolida a partir do final da década de 1990, com fluxos financeiros, principalmente públicos, para a P&D, embora ainda insuficientes. Este estudo afirma, ainda, que os demais fluxos são os próximos desafios a serem enfrentados na promoção da inovação em energias renováveis. Além disso, a formação de redes de pesquisa e o ingresso do setor produtivo de forma mais acentuada nos investimentos e nas parcerias com as infraestruturas públicas de P&D são passos iniciados no país, porém com muitos entraves.

As experiências de desenvolvimento tecnológico com biomassa energética e com a hidroeletricidade, que são os maiores destaques em energias renováveis no país, tornam natural que tanto as infraestruturas de pesquisa quanto os estudos em ER estejam mais sólidos nestas duas modalidades de energia. Entretanto, ao analisar o perfil do financiamento público em energias renováveis no Brasil, Santos (2014) observou que o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), principal instrumento de financiamento público da P&D no país, concentra recursos em infraestrutura de laboratórios, não em projetos de P&D diretamente.

4. A P&D cresce, naturalmente, com o crescimento do mercado. Ao refletir a trajetória de expansão das energias renováveis, o Plano Decenal de Energia (PDE) 2022 (Brasil, 2013) aponta que, dos mais de R\$ 1,1 trilhão de investimentos previstos para todo o setor energético até 2021, 19% são para a geração de energia elétrica (incluindo hidrelétricas, térmicas e biomassa, eólica e solar), e mais 7% para biocombustíveis. Portanto, o mercado interno possibilita, e até exige (Santos, 2014), aportes de vulto para a pesquisa nas ER, como fazem os países líderes em P&D.

Entre as infraestruturas apoiadas, segundo Santos (2014), encontram-se tanto as que atuam em temas emergentes (hidrogênio, ondas das marés e biocombustíveis de segunda geração), quanto outras que atuam em temas “antigos”, como biomassa energética (etanol e biodiesel de primeira geração e biogás) e hidroeletricidade. Este cenário permite inferir que o sistema de inovação em energias renováveis no Brasil encontra-se, ainda, em consolidação, embora conte com instituições importantes, sólidas em P&D em energias, além de *expertises* nos setores público e privado.

Dessa forma, as potencialidades e as dificuldades das infraestruturas laboratoriais são importantes temas de estudos e levantamentos, de modo a contribuir para avaliações e redesenho de medidas de apoio à inovação.

3 DEFINIÇÕES E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho se considera como infraestrutura de P&D na área de energias renováveis os laboratórios e outras instalações físicas que se propõem a realizar pesquisa científica e desenvolvimento de tecnologias para dar respostas a desafios tecnológicos destas energias e seus insumos. Incluem-se nesta definição as infraestruturas de pesquisa voltadas para a proposição de novos arranjos produtivos que viabilizem, ou incrementem, a geração, a distribuição, a conservação e o uso das energias renováveis (ER), bem como as que se dedicam a estudos de redução de impactos ou à produção de conhecimento e bens voltados para a eficiência no uso da energia.

Fazem parte da seleção de infraestruturas em ER: *i*) as dedicadas – aquelas com foco central e capacidades voltadas especificamente para energias renováveis – ex.: Centro Brasileiro de Tecnologia do Etanol (CTBE); e *ii*) as não dedicadas – aquelas que exercem atividades de P&D em energias em função de suas capacidades e vocações, mas que atuam também em outras áreas – ex.: laboratórios de química e biocombustíveis, de mecânica e energia, de estudos de enzimas ou laboratórios de institutos multitemáticos, como o Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

As diversas fontes de energia foram agrupadas em: *i*) derivadas da biomassa – etanol, biodiesel, gás de biodigestores, biomassa para queima (geração de calor e eletricidade); *ii*) hidroeletricidade; *iii*) solar (fotovoltaica e térmica); *iv*) eólica; *v*) propagação das marés; e *vi*) hidrogênio.⁵ Estes agrupamentos possibilitaram fazer a identificação das características das infraestruturas em cada tipo de energia, bem como foram úteis no momento da seleção destas infraestruturas entre todas que responderam à enquête realizada. Contudo, na abordagem dos resultados neste estudo, sempre que possível optou-se por agrupar todas as formas.

O trabalho foi iniciado com levantamento e seleção de instituições-chave em energias renováveis no país, suas linhas de pesquisa, desafios e temas principais e prioritários, conforme detalhado em Santos (2014). Para isso, seguiu-se a definição dos seis tipos de energia mencionados, fazendo-se consultas de temas e linhas de pesquisa nas bases de projetos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)/CNPq (fundos setoriais), no Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq, em programas de pós-graduação das universidades e em outras instituições de pesquisa. Tal procedimento possibilitou um referencial de quais temas, linhas de pesquisa e desafios estão na pauta da área de energia. Foram selecionadas e convidadas a participar da enquête, efetivada pelo CNPq, tanto grandes quanto pequenas e médias infraestruturas de P&D⁶ com alguma atuação em energias renováveis.

O preenchimento do formulário de pesquisa junto aos coordenadores ocorreu via internet, efetivado pelo CNPq e com suporte do Ipea (Squeff; De Negri, 2014). O conjunto das 1.760 infraestruturas que responderam pode ser considerado uma interessante amostra. Particularmente quanto à área de energias renováveis, houve a adesão de diversas infraestruturas entre aquelas previamente convidadas a participar. Registra-se, entretanto, no caso de ER, a ausência de institutos importantes, o que foi, em parte, compensado pela adesão de outras instituições, permitindo algumas inferências e a identificação de características e capacidade instalada no país.

5. Infraestruturas que fazem P&D com hidrogênio foram solicitadas a responder a enquête por terem ligação direta com as ER, muitas vezes sendo parte de um mesmo departamento ou divisão de pesquisa com compartilhamento de infraestruturas. As infraestruturas de P&D em energia nuclear que realizam pesquisas em ER não foram consideradas por dificuldades de diferenciação entre as dedicadas ou não e a que tipo de fonte.

6. Foram relacionadas instituições e suas infraestruturas, na fase anterior à enquête, pelo porte e *expertises* reconhecidos, como também pela distribuição regional, pelo vínculo a redes de pesquisas, por terem projetos junto ao CNPq e Finep, entre outros critérios. Todas elas, que somaram 139 infraestruturas, foram solicitadas a participar da enquête. Buscou-se, na participação de diversas infraestruturas laboratoriais, a compreensão das distintas características.

As infraestruturas laboratoriais que responderam à enquete foram classificadas em cinco subgrupos, tomando-se como referencial o porte da infraestrutura, pelo valor monetário a elas atribuído, da seguinte forma: pequena (P) – infraestrutura de até R\$ 1 milhão; pequena a média (PM) – entre R\$ 1 milhão e R\$ 5 milhões; média a grande (MG) – entre R\$ 5 milhões e R\$ 30 milhões; e grande (G) – acima de R\$ 30 milhões. Cabe a ressalva de que as comparações de porte e distribuição regional têm a finalidade apenas de expor a diversidade das infraestruturas que atuam na área de ER, como reflexo da heterogeneidade e da natureza multidisciplinar desta área. Assim, os dados indicam apenas as características próprias da amostra/seleção, neste aspecto de porte e presença regional, não sendo, necessariamente, o retrato do perfil do todo das infraestruturas.

4 RESULTADOS

Entre as cem infraestruturas respondentes à enquete, identificadas como atuantes em energias renováveis, 98 delas são laboratórios e duas são plantas-piloto.⁷ Estas infraestruturas fazem parte de 38 instituições que responderam à enquete elaborada pelo CNPq para esta etapa da pesquisa, sendo 31 destas instituições pertencentes ao grupo de referência em ER no país que foram listadas na etapa anterior à aplicação da enquete, embora com algumas infraestruturas distintas daquelas previamente listadas.

Considera-se que a amostra atende aos objetivos iniciais da pesquisa,⁸ principalmente no que se refere aos seguintes aspectos: expressa o porte e a área de atuação diferenciados dos laboratórios; permite a obtenção do perfil do quadro de profissionais dedicados à P&D; expõe o nível de acesso a instituições de apoio como o CNPq, Finep e empresas; evidencia presença regional das ER em laboratórios de diversos portes; evidencia a percepção dos pesquisadores quanto ao seu posicionamento junto a outros laboratórios; possibilita a difusão de capacidades e das infraestruturas; e também evidencia o perfil da interação com empresas e outros agentes da P&D.

4.1 Características gerais das infraestruturas de pesquisa em energias renováveis

Um conjunto de informações e dados resumem as características gerais das infraestruturas (tabela 1) e permite iniciar a análise dos resultados do levantamento. A distribuição das infraestruturas respondentes por região, bem como o número de instituições e a sua participação no grupo, apresentam-se de forma heterogênea na amostra. Esta segue a concentração que se observa de forma geral nas regiões Sul e Sudeste, em outros indicadores ou atividades econômicas, como as de capacidade dos sistemas educacionais, de número e porte das instituições de pesquisa, de maior parcela do PIB e da própria geração de energias, inclusive renováveis.

TABELA 1

Perfil das instituições de pesquisa e suas infraestruturas na amostra (Brasil e regiões)

Região	Infraestruturas	Instituições		Pesquisadores por infraestrutura			Porte das infraestruturas			
		Número	(%)	Número	(%)	Média	P	P-M	M-G	G
Centro-Oeste	16	4	10,53	54	10,05	3,38	9	6	1	
Nordeste	15	9	23,68	77	14,34	5,13	6	6	3	
Norte	2	2	5,26	9	1,68	4,5		1	1	
Sudeste	46	16	42,11	277	51,58	6,02	28	11	6	1
Sul	21	7	18,42	120	22,35	5,71	12	7	2	
Brasil	100	38	100	537	100	5,37	55	31	13	1

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.
Elaboração do autor.

7. Nas passagens deste texto em que se utiliza o termo “laboratórios”, estão incluídas as duas plantas-piloto. Por vezes, a expressão “infraestruturas” é substituída simplesmente por “laboratórios”.

8. Entre as respondentes encontram-se infraestruturas já consolidadas na realização de pesquisas na área de energias – a exemplo de departamentos e institutos da USP, UFRJ, UFMG, Unicamp, IPT, INT, UFSC, entre outros. Há, também, laboratórios em fase de consolidação de pesquisas em ER (CTBE, Embrapa Agroenergia, UnB, UFG, UFBA) ou mesmo iniciantes (UFGD, UFFS).

De acordo com a tabela 1, no conjunto dos cem laboratórios que atuam em ER, são predominantes as infraestruturas de pequeno (P) e pequeno-médio (PM) porte que, somadas, equivalem a 86%. O número de pesquisadores é muito baixo (cinco por infraestrutura, em média), como também ocorre nas infraestruturas das demais áreas contempladas pela pesquisa. Além deste fato, há de se considerar que o regime de dedicação à pesquisa é, predominantemente, não exclusivo em quase todos os laboratórios de universidades.

Além dos dados da tabela 1, cabe lembrar que são raros os laboratórios dedicados somente às ER, conforme esperado. Além disso, há apenas quatorze entre os cem respondentes com porte estimado acima de R\$ 5 milhões. Destes, três encontram-se entre R\$ 20 milhões e R\$ 30 milhões, um acima de R\$ 20 milhões e abaixo de R\$ 30 milhões e um acima de R\$ 100 milhões. Os outros 86 laboratórios, entre os cem de ER, foram estimados em valores inferiores a R\$ 5 milhões, em 2013, em parte refletindo a forma de responder ao questionário,⁹ mas também refletindo, de fato, o pequeno porte, de acordo com o levantamento feito anteriormente, nos passos descritos na metodologia.

A partir de perguntas acerca do ano de criação e da modernização das infraestruturas, 64% dos respondentes informaram que iniciaram as atividades após o ano 2000, sendo que 31% dos cem funcionam a partir de 2010, ante 19,5% no total da amostra de 1.760. Em 88% dos laboratórios que atuam na área de energias renováveis houve investimentos significativos nos últimos cinco anos.

As áreas de atuação dentro de energias renováveis de cada infraestrutura, por tipo de fonte em que têm capacidades, assim como a distribuição por regiões, são apresentadas na tabela 2. Cabe lembrar que uma infraestrutura pode realizar pesquisa em mais de uma fonte, sendo predominantes aquelas das áreas de biomassa e hidroeletricidade.

TABELA 2

Distribuição das capacidades das infraestruturas participantes da enquete segundo região e tipo de fonte

Tipo de fonte	Infraestruturas na amostra					Total
	Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	
Hidroeletricidade	3	8	1	20	9	41
Biomassa	11	9	1	17	16	54
Hidrogênio	.	.	.	10	2	12
Eólica/solar/marés	3	.	3	13	4	23
Renováveis de forma geral	5	.	6	11	4	26

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.
Elaboração do autor.

Quanto ao número de pesquisadores com a titulação de doutor, foi informado que 81,5% têm este título, ante 72,5% no total das 1.760 infraestruturas. Outros 14,9% possuem o título de mestre, o que sugere não ser este um fator de grande preocupação na área.

As áreas de atuação dos pesquisadores (tabela 3) são, predominantemente, engenharias e ciências exatas e da terra. Esta característica é convergente com o todo do perfil observado, refletindo o que se poderia esperar da P&D em energias no Brasil, em função de grande parcela da matriz energética do país ter origem em biomassa e em hidroeletricidade.

9. A concentração do número de pesquisadores no Sul e Sudeste (74% do total de 537 informados), bem como o seu porte, estão relacionados a dois aspectos, além daqueles listados anteriormente: *i)* refletem a concentração dos recursos destinados à P&D para estas regiões, a exemplo do principal instrumento de apoio nesta área, o FNDCT (Santos, 2014); e *ii)* refletem as distintas formas de responder à enquete, tendo algumas instituições optado por agrupar várias unidades laboratoriais em uma, enquanto outras optaram pelo desmembramento.

TABELA 3

Pesquisadores que atuam com ER por grande área do conhecimento

Grande área	Pesquisadores ¹		
	Total	Doutores	Mestres
Ciências exatas e da terra	343	300	33
Ciências biológicas	199	193	2
Engenharias	678	573	82
Ciências da saúde	42	40	2
Ciências agrárias	122	119	3
Multidisciplinares	20	20	-
Todas as áreas	1.404	1.245	122

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Nessa questão a pergunta foi: "Indique o número de estudantes de pós-graduação ou de graduação envolvidos com as principais atividades/pesquisas desenvolvidas pelo laboratório/infraestrutura no último ano".

No que se refere às parcerias e aos estudos realizados, a enquete identificou o vínculo do pesquisador-usuário, seja do Brasil ou do exterior, com as infraestruturas (tabela 4). As respostas obtidas revelam o peso da atividade de ensino, dado que graduação e pós-graduação (583 + 680) equivalem a 55% dos 2.306 usuários do Brasil nas cem infraestruturas de ER em 2012. O número de usuários externos pode ser considerado muito baixo, mas segue o perfil das demais infraestruturas.

TABELA 4

Usuários das infraestruturas por tipo de vínculo

Vínculo do pesquisador-usuário	Usuários do Brasil	Usuários do exterior	Infraestruturas por tipo de vínculo
Alunos de graduação	583	8	50
Alunos de pós-graduação	680	41	55
Pesquisadores da mesma instituição (exceto a equipe da infraestrutura)	387	13	53
Pesquisadores de empresas	254	6	29
Pesquisadores de outras instituições	402	27	46

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.

Elaboração do autor.

Quanto aos recursos humanos, a preocupação das instituições com a quantidade e a qualificação profissional foi abordada na enquete, sendo os dados das respostas resumidos na tabela 5. Apenas 970 pessoas tiveram algum tipo de vínculo trabalhista nas cem infraestruturas, sendo que destas, 537 (55%) são pesquisadores, dos quais 348 (64,8%) são servidores públicos, percentuais muito próximos do que se observa na amostra total de 1.760 respondentes.

TABELA 5

Distribuição dos pesquisadores por tipo de vínculo

Tipo de vínculo	Total	(%)
Bolsista	64	11,92
Celetista	85	15,83
Outro	26	4,84
Pesquisador-visitante	14	2,61
Servidor público	348	64,80
Soma ¹	537	100,00

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.

Elaboração do autor.

Nota: ¹ O total de pesquisadores, quando somados àqueles vinculados a outras áreas, mas que atuam em ER, chega a 794, situação em que, além das cem instituições da amostra, há outras 28 associadas.

Foi também indagado sobre o tempo médio de dedicação à pesquisa (tabela 6), sendo que as maiores frequências são de até dez horas (26%) e trinta horas semanais (57%), ante 28,7% e 56,7%, respectivamente, no caso das 1.760 infraestruturas. Aliada ao pequeno porte, à média de apenas cinco pesquisadores por laboratório e de apenas 3,5 pesquisadores do quadro de servidores, tem-se um alerta para os limites da capacidade de realização de P&D de ponta nestas infraestruturas.

TABELA 6

Tempo de dedicação dos pesquisadores à P&D

Faixas de tempo	Total	(%)
Até dez horas semanais	140	26,07
Entre dez e vinte horas semanais	48	8,94
Entre vinte e trinta horas semanais	41	7,64
Mais de trinta horas semanais	308	57,36
Todas	537	100,00

Fonte: pesquisa CNPq/lpea.
Elaboração do autor.

4.2 Financiamento da pesquisa

Os dados de financiamento à pesquisa (tabela 7) apontam que o setor público é o principal responsável pelos recursos, conforme esperado, devido a maioria dos respondentes serem ligados a instituições públicas. A Petrobras tem grande destaque no financiamento: 21,77% dos recursos, participação quase idêntica da empresa na amostra global, que alcançou 22,95% da receita das 1.760 infraestruturas. No caso de energias renováveis, a participação da Petrobras reflete seu posicionamento de ser uma das maiores empresas na produção e pesquisa em biocombustíveis nos planos local e global, segundo seu Plano de Negócios 2013-2017 e o Plano Estratégico 2030.

TABELA 7

Fontes de recursos e acesso das infraestruturas no ano de 2012

(Em número absoluto, R\$ e %, respectivamente)

Entidade financiadora	Infraestruturas por fonte acessada	Renda	Contribuição
Capes	28	3.487.840	1,70
CNPq	50	11.778.660	5,75
Empresa privada	30	21.150.948	10,32
Finep	18	34.665.621	16,92
Fundo estadual de amparo	42	18.676.642	9,11
Outra	11	12.979.464	6,33
Outra empresa pública	9	6.449.000	3,15
Outra instituição pública	3	4.401.000	2,15
Petrobrás	20	44.619.199	21,77
Prestação de serviços	13	4.681.610	2,28
Própria instituição	32	42.039.991	20,51
Total	-	204.929.975	100,00

Fonte: pesquisa CNPq/lpea.
Elaboração do autor.

Os dados da tabela 7 mostram que, do total aproximado de R\$ 205 milhões/ano informados como “Renda” no ano de 2012, resulta uma média de R\$ 2,05 milhões por infraestrutura no ano (com os cuidados que sempre se ressalta com relação às médias). Com este perfil diminuto é difícil conceber uma mudança de patamar em P&D mesmo que todos os recursos sejam aplicados efetivamente em pesquisas propriamente ditas. Nota-se que a parcela da receita advinda de entes públicos supera 59%, sem contar a grande participação da Petrobras, com 21,77%, seguindo a mesma importância desta empresa em relação ao conjunto das 1.760 infraestruturas.

4.3 Acreditação, prestação de serviços e cooperação com as infraestruturas

Apenas cinco das cem infraestruturas (lembrando que 98 são laboratórios) têm algum tipo de acreditação, sendo a modalidade ensaios a mais acreditada nestes cinco laboratórios, ocorrendo em quatro delas. Entre as atividades exercidas em 2012 pelos cinco laboratórios acreditados se destacam ensaios químicos, biológicos e mecânicos, certificação e boas práticas laboratoriais. Não há elementos suficientes na amostra, neste caso de acreditação, para que se possa fazer a análise detalhada, sendo necessário um levantamento específico que considere, também, outras dificuldades na acreditação, as reais necessidades de se ter acreditação para as instituições de pesquisa, bem como as formas de mantê-la, dados os seus custos.

Com relação à interação dos pesquisadores com usuários externos envolvendo a prestação de serviços técnico-científicos por parte das infraestruturas, foram obtidas informações qualitativas destas (tabela 8) acerca de quais atividades realizaram em 2012 e para quem. Segundo os respondentes, as empresas foram as principais demandantes da prestação de serviços, com destaque para as atividades de ensaios e testes (37 infraestruturas atendendo empresas); de consultoria (34 infraestruturas atendendo empresas); de desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos (trinta infraestruturas atendendo empresas); e de desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos (25 infraestruturas atendendo empresas). Estes são, também, os tipos de serviços mais demandados para o conjunto dos demandantes, juntamente com a análise de propriedades físico-químicas e de materiais.

TABELA 8

Tipo de serviços prestados em 2012 e quantidade de infraestruturas prestadoras por tipo de demandantes

Item	Tipo de serviço técnico-científico	Infraestruturas prestadoras por tipo de demandante				Total
		Governo	Pesquisadores	Empresas	Outros	
1	Consultoria e assessoria técnico-científicas	14	14	34	3	65
2	Ensaio e testes	12	21	37	2	72
3	Desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos	8	15	30	2	55
4	Análise de propriedades físico-químicas	7	25	21	2	55
5	Análise de materiais	7	21	20	2	50
6	Informação tecnológica	6	10	20	1	37
7	Serviços ambientais	3	6	10	1	20
8	Inspeção	2	0	4	1	7
9	Desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos	6	10	25	0	41
10	Elaboração e testes de protótipos	5	11	22	0	38
11	Exames laboratoriais	3	9	9	0	21
12	Scale up (escalonamento)	3	4	9	0	16
13	Calibração	3	6	7	0	16
14	Certificação	0	3	5	0	8
15	Metrologia	2	4	3	0	9
16	Outros	0	0	2	0	2
17	Acesso a banco de células, micro-organismos etc.	1	4	0	0	5
18	Manutenção de equipamentos científicos	0	2	0	0	2

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.

Elaboração do autor.

Ainda de acordo com a tabela 8, a interação com potencial de gerar novos produtos (soma das infraestruturas habilitadas nos itens 2, 3, 4, 5, 9 e 10, que foram demandados por empresas e pesquisadores), resultou em 258 interações em trabalhos técnico-científicos (50% do total das interações). Cabe notar que uma interação (definida aqui como cada resposta “sim” de quem prestou serviços) pode ter como resultado diversos trabalhos, sendo 258 o número mínimo de interações com empresas. Além destes dados, foi relatado que 67% das infraestruturas prestaram algum tipo de serviço, em 2012, ao todo, e que 58% o fizeram para empresas.

Quanto à intensidade do uso das infraestruturas, foi respondido que 86% desenvolveram atividades de pesquisa de forma contínua, seguida de desenvolvimento de tecnologia (56%) e atividades de ensino (41%). Quanto às atividades de prestação de serviços (38%) e extensão (33%), estas são as mais esporádicas nas infraestruturas.

A pergunta sobre as atividades de cooperação entre as infraestruturas e as agências de fomento (tabela 9) buscou respostas para dois aspectos: *i)* a existência ou não de cooperação; e *ii)* que os coordenadores julgassem a importância das distintas formas de cooperação. Segundo as respostas, foi atribuída maior importância à cooperação com *agências de fomento* brasileiras (sessenta respostas, das 86, com grau “alto”), seguida da cooperação com *instituições* brasileiras (cinquenta respostas, das 87, com grau “alto”) e com *empresas* brasileiras (43 respostas, das 79, com grau “alto”). A cooperação com instituições estrangeiras obteve grau “alto” em apenas 29 das 69 cooperações efetivadas.

TABELA 9

Atividades de cooperação e grau de importância atribuído pelos pesquisadores

Atividade de cooperação	Alto	Médio	Baixo	Total
Cooperação com agências de fomento brasileiras	60	19	7	86
Cooperação com agências de fomento internacionais	16	12	22	50
Cooperação com empresas brasileiras	43	24	12	79
Cooperação com empresas estrangeiras	6	16	14	36
Cooperação com instituições brasileiras	50	26	11	87
Cooperação com instituições estrangeiras	29	21	19	69
Total de atividades de cooperação	204	118	85	407

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.
Elaboração do autor.

As respostas apresentadas na tabela 9 talvez sejam melhor interpretadas à luz da condição real das infraestruturas, que tipicamente são pequenas, voltadas mais para C&T do que para P&D e, muito provavelmente, com necessidade de recursos.

4.4 Percepção dos coordenadores sobre a situação atual dos laboratórios

Foi solicitado aos coordenadores das infraestruturas que avaliassem as condições dos equipamentos e da formação/qualificação da equipe de trabalho. No primeiro recorte (tabela 10), destaca-se a avaliação de que a condição dos insumos é positiva em 85% (soma de “muito bom” e “bom”), seguida de manutenção (76%) e de equipamentos (56%). Por outro lado, o item “condições físicas” obteve menos de 50% de avaliação positiva.

TABELA 10Opinião dos coordenadores sobre as condições físicas dos cem laboratórios respondentes
(Em número de respostas)

Avaliação das condições	Insumos	Equipamentos	Manutenção	Instalações
Muito bom	52	18	31	11
Bom	33	38	45	30
Regular	10	33	18	42
Não se aplica	5	2	3	2
Total	100	91	97	83

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.
Elaboração do autor.

Quanto à percepção acerca dos recursos humanos (tabela 11), o item “formação dos pesquisadores” foi considerado adequado em 51,25% das respostas, abaixo do percentual atribuído à “qualificação de profissionais” (72,5%).¹⁰ Quanto ao número de servidores de apoio, este foi considerado adequado por 70% dos respondentes, ao passo que apenas 18,75% responderam que o número de pesquisadores é adequado.

TABELA 11

Opinião dos coordenadores sobre os recursos humanos dos laboratórios

(Em %)

Aspectos	Adequado	Pouco adequado	Inadequado	Não se aplica
Formação dos pesquisadores	51,25	27,5	18,75	2,5
Profissionais de apoio técnico	70,0	20	0,0	10,0
Qualificação de profissionais	72,5	5,0	0,0	22,5
Pesquisadores	18,75	38,75	40,0	2,5

Fonte: pesquisa CNPq/Ipea.
Elaboração do autor.

No tocante à avaliação dos coordenadores sobre as instalações físicas e as capacidades atuais das infraestruturas (tabela 12), parece coerente o predomínio da opção “adequada” em relação aos padrões brasileiros (para 35% das respostas), e “avançada” em relação aos padrões brasileiros, mas distante dos padrões de ponta do exterior (para 32% das respostas).

TABELA 12Percepção dos coordenadores sobre a capacidade técnica dos laboratórios¹

Avaliação da capacidade técnica	Infraestruturas
Adequada e compatível com a observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil	35
Avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	19
Avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	32
Insuficiente em relação à observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil	13
Não sabe	1

Fonte: MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

Nota: ¹ Este quadro foi elaborado a partir das respostas à seguinte pergunta: “essa é uma questão relativamente subjetiva, na qual se procura saber do coordenador da infraestrutura sua opinião sobre a distância e/ou proximidade daquela infraestrutura em relação à fronteira tecnológica da sua área de atuação. Marcar apenas uma opção” (Questionário CNPq/Ipea, item 17).

Merece destaque o fato de dezenove infraestruturas terem sido classificadas no mesmo patamar entre as do mesmo gênero no exterior, o que indica relevante potencial de P&D. Buscando outros dados sobre as mesmas infraestruturas (laboratórios), ressaltam-se os seguintes aspectos: entre elas há distintos portes, de acordo com a classificação adotada – com onze, das dezenove infraestruturas, na faixa de R\$ 2 milhões, sendo oito delas pequenas pelo critério adotado (abaixo de R\$ 1 milhão); há antigas e novas, mas todas foram modernizadas recentemente; há nelas maior dedicação contínua dos pesquisadores à pesquisa; as instalações estão em boas condições; há proporção maior de prestação de serviços técnico-científicos (79% ante 67% no conjunto das cem infraestruturas e 68% para empresas, ante 58% nas cem infraestruturas). Ainda assim, o número de pesquisadores foi considerado baixo por 68% dos respondentes e a formação destes pesquisadores foi avaliada como “inadequada” ou “pouco adequada”, quando somadas, para 32% dos que responderam à enquete nas dezenove instituições destacadas.

10. No item “qualificação de profissionais” pode ter havido algum problema metodológico ou na interpretação e forma de responder, uma vez que o percentual de 22,5% atribuído a “não se aplica” parece ser demasiadamente alto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira observação que este trabalho permite destacar, no contexto da amostra analisada e dos demais levantamentos acerca das infraestruturas de pesquisa que compõem o sistema de inovação tecnológica na área de energias renováveis no Brasil, é o seu porte pequeno. Das cem infraestruturas da amostra, 55 foram consideradas de porte pequeno, 31 de porte pequeno-médio, treze de porte médio-grande e apenas um de grande porte. Chama a atenção, também, o fato de haver uma média de apenas cinco pesquisadores por infraestrutura, entre as cem identificadas como atuantes na área de energias renováveis.

As respostas mostraram que grande parte dos laboratórios tem o predomínio das características de unidades de pesquisa e ensino, seguido de desenvolvimento de bens e serviços, embora nos últimos quinze anos tenha havido modernização, com alterações de porte e de maior capacitação das infraestruturas. Este perfil se deve, também, ao fato das infraestruturas, em sua maioria, serem unidades dentro de departamentos das universidades, e não infraestruturas dedicadas especificamente às energias renováveis.

A grande maioria das infraestruturas (71%) atua nos campos científicos ciências da terra (21% dos laboratórios) e engenharias (50%), o que está de acordo com o que se espera da P&D em energias renováveis. Como o número de infraestruturas dedicadas apenas às energias renováveis (área relativamente nova na P&D) é baixo, grande parte das respondentes são multitemáticas.

O registro de apenas cinco instituições acreditadas sugere a necessidade de se averiguar com maior profundidade esse assunto, inclusive as dificuldades de acreditação, bem como a existência de outras instituições e capacidades acreditadas.

O perfil predominante de pequeno-médio porte, somado ao baixo índice de acreditação, pode explicar parte das dificuldades de interação em P&D e inovação com as empresas. Neste aspecto, será importante, na continuidade deste estudo, conhecer em maior profundidade a visão dos pesquisadores sobre a interação com as empresas, seus pontos positivos e negativos. Um sinalizador desta visão aparece na importância dada pelos respondentes à cooperação em P&D em que, na atribuição de importância dada às interações com fundos e outras instituições, predominaram as opções “alto” e “médio” graus de importância, sendo consideradas mais relevantes as colaborações com agências de cooperação e instituições nacionais do que com estrangeiras ou com empresas. Pode estar havendo um choque de visões (entre o papel das instituições e os interesses das empresas) ou outras dificuldades na interação, aspectos que necessitam de maior investigação.

Estudos em sequência poderão discutir, também, outros aspectos de apoio à P&D no país em áreas estratégicas, como o setor de energia. As formas de estímulo e de direcionamento ao avanço da P&D e da geração de energia na área das renováveis é um dos aspectos a se aprofundar; uma delas é ter como referência os modelos adotados por outros países, ancorados em infraestruturas de maior porte e com maior interação entre empresas e universidades, a exemplo dos Estados Unidos e da Alemanha. Nesta hipótese, faz-se necessário responder questões como: quais alternativas permitem aumentar os recursos para infraestruturas de pesquisa, sem que haja concorrência com os recursos destinados aos projetos de pesquisa propriamente ditos? Qual formato de gestão e operação de grandes infraestruturas seria indicado para autarquias e para parcerias com universidades? Quais medidas são necessárias para conciliar e tornar atrativas as atividades de ensino e de pesquisa a partir dos desafios em áreas estratégicas para o país?

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2 ed. rev., 110 p. Brasília: MAPA – Secretaria de Produção e Agroenergia/Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10.06.2014.

_____. **Plano Decenal de Energia 2022**. Brasília: MME/EPE, 2013. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PDE2022.pdf>>. Acesso em: 18.06.2014.

_____. **Plano Nacional de Energia 2030 (PNE)**. Brasília: MME/EPE, 2007. Acesso em: 10.06.2014.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Avaliação do programa de apoio à implantação e modernização de centros vocacionais tecnológicos (CVT). **Série Documentos Técnicos n. 1**. Brasília: CGEE, 2010a.

_____. Quadro de atores selecionados no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação. **Série Documentos Técnicos n. 5**. Brasília: CGEE, 2010b.

DIISR. Department of Innovation, Industry, Science and Research. 2011 Strategic Roadmap for Australian Research Infrastructure. **2011 Roadmap**. Disponível em: <<http://www.innovation.gov.au/science/Documents>>. Acesso em: 12.03.2014.

EFI. Commission of Experts for Research and Innovation. Research, innovation and technological performance in Germany. EFI Report 2013, ed. 2013. Berlin: EFI, 2013. Disponível em: <<http://www.e-fi.de/gutachten.html?&L=1>>. Acesso em: 26.06.2014.

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

IEA. International Energy Agency. **World Energy Outlook 2012**. Paris: IEA, 2013. Disponível em: <www.iea.org>. Acesso em: 12.03.2014.

_____. **Renewable energy**: RD & D priorities insights from IEA technology programmes. IEA/OECD, 2006. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/renewenergy.pdf>>. Acesso em: 12.03.2014.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Biocombustíveis no Brasil: etanol e biodiesel. In: **Infraestrutura econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025**, p. 193-247. Brasília: Ipea, 2010.

LUNDVALL, Bengt-Akel. **National innovation systems**: analytical concept and development tool. Copenhagen, 27-29 jun. 2005.

NIOSI, J.; SAVIOTTI, P.; BELLON, B.; CROW, M. National systems of innovation: In search of a workable concept. **Technology in Society**, v. 15, p. 207-227. Printed in the USA: Pergamon Press Ltd. 1993.

SANTOS, G. R. Energias renováveis no Brasil: desafios de pesquisa e caracterização do financiamento público [No prelo]. **Texto para Discussão**. Brasília: Ipea, 2014.

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

SQUEFF, F. H. S.; DE NEGRI, F. Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil: análises preliminares. **Nota Técnica n. 21**, jun. 2014. Brasília: Ipea, 2014.

UNEP; BLOOMBERG. United Nations Environment and Bloomberg New Energy Finance. **Global trends in renewable energy investment 2013**. UNEP/Bloomberg – Frankfurt School: Unep Collaborating Centre for Climate and Sustainable Energy Finance, 2013. Disponível em: <<http://www.fs-unep-centre.org>>. Acesso em: 23.07.2014.

CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DA INFRAESTRUTURA DE PESQUISA VOLTADA PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

Jean Marlo Pepino de Paula^{2, 3}

1 INTRODUÇÃO

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Ipea firmaram parceria para realizar um estudo sobre as infraestruturas de pesquisas no Brasil em diversas áreas. Entre elas, foram selecionadas as infraestruturas de pesquisas voltadas para a indústria da construção, para levantar as características e condições atuais das instalações físicas, dos *softwares*, dos equipamentos, dos recursos humanos, bem como as principais atividades desenvolvidas, as parcerias e as fontes de financiamento.

Além da importância que o setor representa para o mercado de trabalho, o desenvolvimento da indústria da construção civil contribui diretamente para reduzir o *deficit* de infraestrutura econômica e social e garantir o uso racional e mais eficiente dos recursos envolvidos no seu ciclo de vida. O reconhecimento destas preocupações, em diversos países, tem resultado em uma maior organização do setor, buscando estimular as pesquisas e garantir a efetiva utilização das inovações. Estes rearranjos envolvem as inovações institucionais, a maior participação da indústria e a qualificação dos recursos e investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Os dois últimos requisitos necessitam, em grande parte, de infraestrutura laboratorial adequada para o desenvolvimento, o aprimoramento e a adaptação das tecnologias para a utilização pelo mercado.

Uma vez que o presente artigo é de caráter preliminar, apresenta breves caracterizações do setor e uma revisão da literatura sobre inovação nessa atividade, bem como discorre sobre a distribuição regional e os recursos humanos dedicados nos laboratórios.

2 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As atividades desenvolvidas na indústria da construção civil são comumente agrupadas em construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados, comuns a ambos. O segmento de construções de edifícios é composto pelas edificações para usos residenciais, comerciais, industriais, agropecuários e públicos, possuindo um amplo espectro de tamanho e valor. Na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) realizada pela Comissão Nacional de Classificação (Concla), a divisão de construção de edifícios considera as firmas que atuam nesta atividade propriamente dita e na sua incorporação. A segunda atividade da indústria da construção é voltada para obras de infraestrutura de transportes, energia, saneamento, abastecimento e comunicação industrial e de lazer, possuindo importante participação para o desenvolvimento e o bem-estar da sociedade. Além destas duas, a CNAE agrupa os serviços especiais para a construção, executadas em comum nas edificações e obras de infraestrutura, a exemplo de demolições, preparação do terreno, fundações, instalações para construções e obras de acabamento.

Ao indicar as divisões que não fazem parte da seção construção (seção F), a Concla destaca outros segmentos que também atuam nesta indústria e são voltados para a produção de insumos ou de elementos mais complexos, destinados a obras de edifícios e de infraestrutura, tais como estruturas metálicas (divisão 25); elementos pré-fabricados de madeira (divisão 16); cimento ou outros materiais pré-moldados (divisão 23); instalação e reparação de equipamentos

1. Este trabalho integra o projeto de pesquisa da Diretoria de Estudos Setoriais (Diset) do Ipea, em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) sobre o sistema nacional de inovação e sua infraestrutura de pesquisa no Brasil.

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

3. O autor agradece os comentários e as sugestões feitas por José Mauro de Moraes – coordenador e técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset). Erros e omissões são de responsabilidade do autor.

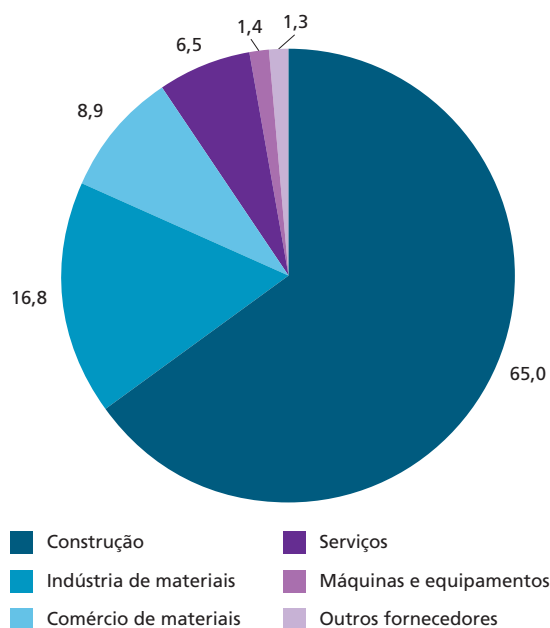
incorporados a edificações, como elevadores, escadas rolantes etc., quando realizadas pelas unidades fabricantes (divisão 28); serviços de paisagismo (divisão 81); e retirada de entulhos e refugos de obra e de demolições (divisão 38).

Apesar da Concla classificar a indústria da construção em três principais divisões, o produto interno bruto (PIB) da construção civil é predominantemente composto pelas atividades de construção (65,0%), seguidas da indústria de materiais (16,8%), de comércio de materiais (8,9%) e de serviços (6,5%), conforme é apresentado no gráfico 1.

GRÁFICO 1

PIB da construção segundo a cadeia produtiva (2013)

(Em %)



Fonte: Abramam e FGV (2013).
Elaboração do autor.

Em 2012, mais de 218 mil empresas, predominantemente de pequeno porte, estavam associadas às atividades de construção (seção F da CNAE 2.1). No mesmo ano foram investidos cerca de R\$ 350 bilhões em toda a cadeia produtiva da construção (Dieese, 2013). Somente no setor habitacional, os financiamentos imobiliários cresceram exponencialmente, passando de aproximadamente R\$ 14 bilhões, em 2003, para cerca de R\$ 150 bilhões, em 2013.⁴ Estes valores ilustram o aumento dos investimentos públicos em obras de infraestrutura e em unidades habitacionais, a partir do lançamento de dois programas do governo: o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em 2007, e o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), em 2009 (Dieese, 2013).

Apesar dos elevados investimentos, as dificuldades para o desenvolvimento da indústria de construção são sinalizadas por diversos autores e persistem ao longo de décadas, demonstrando sua lenta evolução tecnológica. Blumenschein (2004) resgata alguns fatores apontados por Meseguer (1991), ainda perceptíveis recentemente, como o caráter nômade, a dificuldade de garantir a constância de materiais, a presença de componentes, processos e produtos únicos e não seriados, entre outros. Já Amorim (1996), Seaden e Manseau (2001), e Bygballe e Ingemansson (2011) destacam que a inovação no processo de produção da indústria da construção é um importante fator impulsionador para mudanças no setor, isto porque a construção civil é reconhecida como uma “indústria de protótipos”, em que a variação constante da forma faz com que os ganhos de produtividade estejam tradicionalmente vinculados à intensidade do trabalho, tornando as inovações nos processos e produtos um território ainda inexplorado.

4. Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança (ABECIP) e base de dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a valores constantes em 2013, corrigidos pelo Índice Nacional de Preços da Construção Civil (INCC).

Recentemente, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, [S.d.]), caracterizou as inovações na indústria da construção a partir da classificação proposta pelo Manual de Oslo, considerado uma referência internacional para as definições de inovação e pesquisa e desenvolvimento (P&D). Seguindo os quatro tipos de inovação previstos no manual (de produto, de processo, organizacional e de *marketing*), as inovações na indústria da construção são agrupadas pela CBIC ([S.d.]) segundo os aspectos que agregam características de desempenho aos edifícios e que afetam o processo produtivo, os processos internos das empresas e a promoção do produto, assim como sua colocação no mercado.

Adicionalmente, Blumenschein (2004) discorre sobre os vetores que influenciam inovações e mudanças em um setor, entre os quais está o sistema nacional de inovação (SNI). A autora destaca que esta abordagem é feita pelos países desenvolvidos para integrar os sistemas educacional, legal, institucional, cultural e preferências dos clientes, entre outros.⁵ Segundo ainda a autora, o protagonismo do Estado neste sistema poderia impor um maior ritmo de desenvolvimento e direcioná-lo segundo visões de longo prazo tendo, também, uma maior prerrogativa para equilibrar os esforços entre as perspectivas social, econômica e ambiental.

Além de instituições e políticas orientadas para a inovação e a necessidade de maior integração entre os atores – conforme destacam Formoso (2002) e Hampson *et al.* (2013) –, a formação de um SNI deve dispor de infraestrutura adequada para pesquisa científica e tecnológica. Para Winch (2005) *apud* Shapira e Rosenfeld (2010), e Milford ([S.d.]), a infraestrutura tecnológica e científica – entre elas a disponibilidade de laboratórios públicos para P&D e centros de extensão tecnológica –, possui uma participação fundamental para o desenvolvimento econômico e a industrialização, tendo em vista o importante papel que fazem, nos países desenvolvidos, para viabilizar a interação entre ciência e tecnologia.

3 CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA DE CT&I NACIONAL VOLTADA PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

As informações utilizadas pelo projeto Mapeamento de Infraestruturas de Pesquisa no Brasil, realizado pelo MCTI em parceria com o CNPq e o Ipea, foram obtidas por meio de um questionário respondido pelos respectivos coordenadores. Os resultados gerais preliminares do projeto foram apresentados por De Negri e Squeff (2014), utilizados neste artigo como principal referência para comparação dos dados referentes às infraestruturas de pesquisas voltadas para a construção civil.

3.1 Metodologia para o mapeamento e a seleção das infraestruturas e das instituições

A identificação inicial das instituições que seriam alvo da coleta de dados do presente trabalho referenciou-se nas informações sobre os grupos de pesquisa, cadastrados no CNPq, para identificar aqueles envolvidos com pesquisas voltadas para a construção civil. A base de dados disponibilizada pelo CNPq reúne os grupos de trabalhos cadastrados e atualizados até fevereiro de 2010. Àquela data, era composta por cerca de 23.700 grupos de pesquisas distintos, reunindo informações individuais sobre a área e a subárea de atuação, a especificação da área, a área de conhecimento, a instituição vinculada, as quantidades de empresas e de pesquisadores vinculados, assim como o nome e uma breve descrição do grupo.

O *primeiro filtro* para seleção das instituições-alvo do estudo utilizou os registros sobre as grandes áreas e subáreas de atuação e as áreas de conhecimento e de especialização. A avaliação dos dados foi iniciada pela seleção das grandes áreas relacionadas à construção civil e, quando disponíveis, das subáreas a elas associadas. Para identificar grupos de pesquisas multidisciplinares, também relacionados com a construção civil – que atuam em outras grandes áreas e subáreas –, os dados sobre as áreas de conhecimento e especialização foram avaliados separadamente. Entre os registros sobre a área de conhecimento, foram identificados quinze

5. A autora atribui o processo de aprendizado a um sistema nacional de aprendizado (SNA), comum em países em desenvolvimento.

relacionados à construção civil. Dada a diversidade de especializações, nestes registros foi realizada uma busca de palavras-chave inteiras ou fracionadas como “*constru*”, “*madeira*”, “*ciment*”, “*aço*”, “*estrutura*”, “*cerâmica*”, “*projeto*” e “*resíduo*”. Desta forma, a aplicação deste primeiro filtro permitiu selecionar 4.760 grupos de pesquisa e 341 instituições com ao menos um tipo de afinidade nos registros sobre a área, a subárea, a área de conhecimento e a especialização dos grupos de trabalho.

Para identificar os potenciais grupos de pesquisa que utilizam infraestrutura laboratorial, um *segundo filtro* realizou uma busca por palavras-chave (seguindo os critérios utilizados anteriormente) sobre os registros de nomes e descrições dos 4.760 grupos de pesquisas selecionados pelo primeiro filtro. Este filtro resultou na identificação de 184 grupos de pesquisa em 67 instituições com afinidade em ao menos um destes campos, considerados como grupos de pesquisas específicos para a indústria da construção, conforme apresenta a tabela 2 ao final desta subseção.

Além dos números de grupos de pesquisas e de instituições, os dados do CNPq disponibilizaram as quantidades de empresas e de pesquisadores vinculados aos grupos de pesquisa, permitindo classificar as 67 instituições selecionadas no segundo filtro segundo as quantidades de empresas e de pesquisadores vinculados. Para ilustrar o resultado desta seleção, a tabela 1 destaca apenas as cinco instituições que se destacaram com as maiores quantidades de empresas participantes, de pesquisadores e de grupos de pesquisa.

TABELA 1

Quantidades de pesquisadores, empresas e grupos de pesquisa entre as cinco instituições que mais se destacaram no levantamento preliminar de infraestruturas de pesquisa

Instituições	Empresas	Pesquisadores ²	Grupos de pesquisa
USP	83	1.301	86
UFRJ	47	1.048	59
UFRGS	78	914	60
UNESP	45	811	46
UNICAMP	28	747	42
UFSCAR ¹	50	270	18

Fonte: CNPq.

Elaboração do autor.

Notas: ¹ A UFSCAR foi incluída na relação por estar entre as cinco instituições com maior número de empresas vinculadas aos grupos de pesquisa voltados para a indústria da construção.

² As quantidades acima podem representar a duplicação de um pesquisador ou uma empresa em mais de um grupo de pesquisa.

A partir dessa classificação, um *terceiro filtro* permitiu selecionar aquelas instituições: *i*) com interação com o setor – com ao menos uma empresa vinculada por meio dos grupos de pesquisa; *ii*) que oferecem pós-graduação; *iii*) com cinco ou mais pesquisas relacionadas à indústria da construção; e *iv*) ao menos uma instituição por região. Desta forma, o levantamento inicial de laboratórios para participarem do presente trabalho considerou, preliminarmente, 48 instituições. A identificação das infraestruturas vinculadas a estas instituições e voltadas para pesquisas na indústria da construção foi realizada por meio de busca direta na internet, permitindo reunir informações sobre os coordenadores e de contato de 140 infraestruturas.

TABELA 2

Quantidade de grupos, instituições, empresas e pesquisadores cadastrados nos grupos de pesquisa do CNPq, em fevereiro de 2010, segundo a afinidade com a indústria da construção civil

	Cadastrados	Primeiro filtro	Segundo filtro	Terceiro filtro
Grupos	23.699	4.760	184	140
Instituições	436	341	67	48

Fonte: CNPq.

Elaboração do autor.

Essas informações foram utilizadas pelo CNPq para enviar aos dirigentes das instituições e aos responsáveis pelas infraestruturas uma carta de apresentação do projeto e o endereço de acesso para um questionário. Oportunamente, foi solicitado que realizassem uma verificação preliminar das infraestruturas relacionadas, para indicar possíveis necessidades de atualização e correção dos nomes, dos departamentos vinculados e dos respectivos coordenadores, bem como o cadastramento de outras infraestruturas afins. O questionário, por sua vez, teve como propósito coletar os dados sobre a identificação, as características das suas instalações físicas, dos equipamentos, dos recursos humanos, das atividades desenvolvidas, das cooperações, bem como informações sobre a acreditação e financeiras das respectivas infraestruturas.

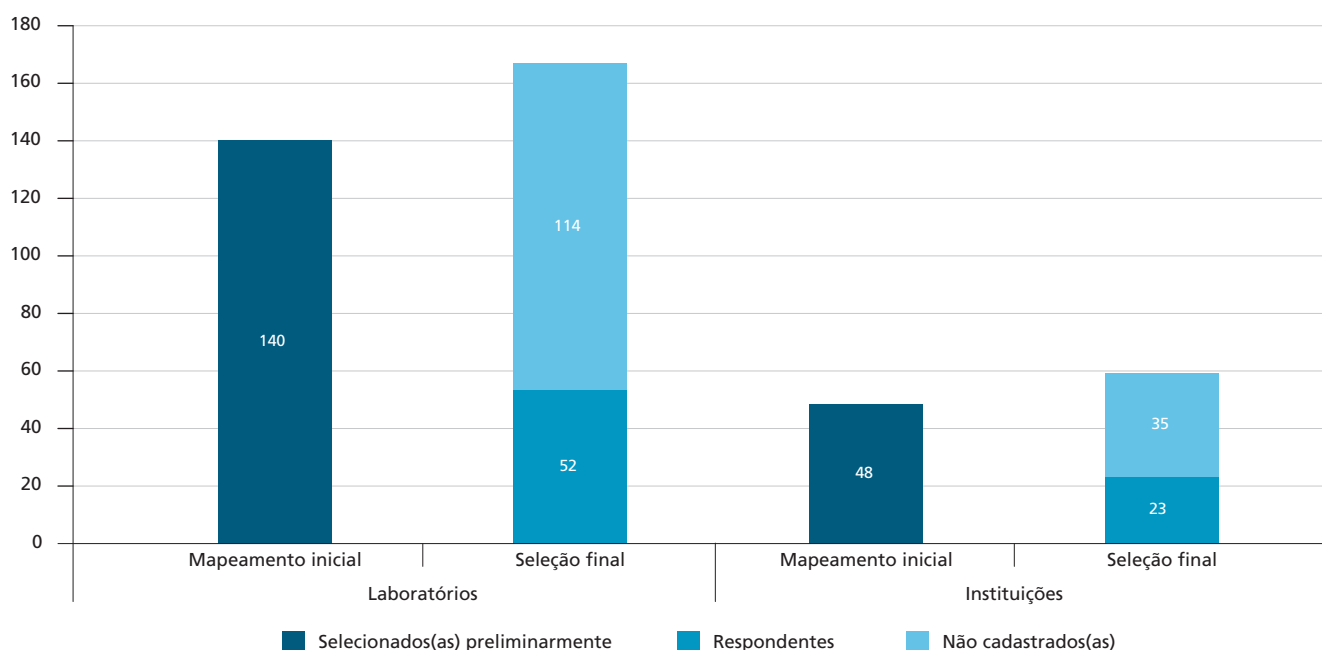
Essa etapa resultou em um aumento significativo do número de infraestruturas em diversas áreas, sendo oportuno realizar uma nova avaliação dos dados, para reavaliar o grupo de infraestruturas e instituições envolvidas com pesquisas para a indústria da construção. A *primeira revisão* identificou as infraestruturas apenas pela afinidade do nome da infraestrutura com a indústria da construção, e teve por objetivo acompanhar o preenchimento dos questionários. Nesta etapa, foram identificadas 88 infraestruturas voltadas para a indústria da construção; outras 114 mapeadas preliminarmente, porém, não estavam presentes na relação de infraestruturas enviada pelas instituições. Um novo convite foi encaminhado aos responsáveis destas infraestruturas não cadastradas e para aquelas cadastradas que não haviam concluído o preenchimento do questionário, e enviados os dados para o CNPq antes do prazo final estabelecido (16 de dezembro de 2013). Ao final, nenhuma outra infraestrutura foi cadastrada e todas as citadas 88 infraestruturas concluíram as etapas de preenchimento e enviaram os questionários para o CNPq.

Em seguida, os dados coletados por meio do questionário possibilitaram realizar uma segunda revisão, mais pormenorizada, de todas as 1.760 infraestruturas da base de dados. Procedeu-se à uma nova verificação dos registros das áreas (grande área, subárea e área de conhecimento) e à descrição das infraestruturas. A diversidade de atividades e de setores envolvidos na cadeia da indústria da construção⁶ resultou na necessidade de maior rigor na seleção das infraestruturas a serem estudadas. Por meio dos registros sobre o setor de atividade, foram selecionados aqueles relacionados diretamente ao processo de construção, apresentados na tabela 3 da subseção 3.2 seguinte. Como resultado desta última avaliação, 52 infraestruturas foram identificadas em 23 instituições, conforme mostra o gráfico 2.

GRÁFICO 2

Número de instituições e infraestruturas mapeadas

(Em unidades)



Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

6. A exemplo de pesquisas relacionadas à extração de insumos, equipamentos, apoio e informática.

Dessa forma, a descrição e a análise dos resultados realizados a seguir estão fundamentadas nas informações sobre 52 infraestruturas, adquiridas por meio do questionário aplicado pelo CNPq/MCTI/Ipea. Estas informações serão organizadas de forma a discorrer sobre os dados gerais, os recursos humanos, as atividades desenvolvidas e a situação atual, tendo como referência a percepção de cada respondente, coordenadores das infraestruturas.

3.2 Características gerais da infraestrutura de pesquisa

Na amostra utilizada para a indústria da construção, todas as 52 infraestruturas selecionadas foram associadas pelos respectivos coordenadores a atividades laboratoriais⁷ e a três grandes áreas de conhecimento (48 instituições associadas a engenharias, três a ciências exatas e uma a ciências biológicas). Além da interação com outras áreas e do rigor metodológico e teórico que determinam a qualidade das pesquisas, a confiabilidade na infraestrutura para pesquisa também representa a credibilidade dos estudos desenvolvidos. A esse respeito, os coordenadores informaram que 92,3% destas infraestruturas foram acreditadas.

Conforme comentado na metodologia, a seleção dos laboratórios respeitou critérios de afinidade dos registros identificados por meio da identificação direta e da busca por termos-chave com a indústria da construção em diversos campos. Esta seleção resultou na abrangência dos setores de atividade apresentados na tabela 3.

TABELA 3

Quantidades de laboratórios e instituições por setor de atividade, com repetição¹

Setor	Laboratórios	(%)	Instituições	(%)
Construção de edifícios (E)	19	36,5	11	21,2
Outros serviços especializados para construção (D)	10	19,2	9	17,3
Construção de rodovias, ferrovias, obras urbanas e obras de arte especiais (I)	9	17,3	8	15,4
Serviços de arquitetura e engenharia e testes e análises técnicas (E)	9	17,3	6	11,5
Construção de outras obras de infraestrutura (I)	6	11,5	5	9,6
Obras de infraestrutura para energia elétrica, telecomunicações, água, esgoto e transporte por dutos (I)	6	11,5	6	11,5
Serviços de arquitetura e engenharia e atividades técnicas relacionadas (E)	6	11,5	4	7,7
Serviços especializados para construção (D)	4	7,7	4	7,7
Demolição e preparação do terreno (D)	2	3,8	2	3,8
Instalações elétricas, hidráulicas e outras instalações em construções (E)	2	3,8	2	3,8
Obras de acabamento (D)	2	3,8	2	3,8
Obras de infraestrutura (I)	2	3,8	2	3,8

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Elaboração do autor.

Obs.: construção de edifícios (E); obras de infraestrutura (I); e serviços diversos (D).

Nota: ¹ O questionário permitiu a associação de cada infraestrutura a mais de um setor de atividade, resultando na repetição de infraestruturas em determinados setores.

Entre os doze setores apresentados na tabela 3, quatro se destacaram pela quantidade de laboratórios e instituições associadas: construção de edifícios; construção de rodovias, ferrovias, obras urbanas e obras de arte especiais; outros serviços especializados para construção; e serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas.

Esses resultados também ilustram a maior recorrência de estudos voltados para a área de edificações, uma vez que grande parte dos estudos e relatórios consultados para o trabalho em andamento sobre a inovação na indústria da construção estava voltada para este segmento. Mesmo a maioria das pesquisas não sendo direcionada diretamente às obras de infraestruturas, esta atividade também se beneficia dos resultados daquelas pesquisas, tendo em vista que muitas tecnologias e insumos são utilizados em comum em ambas as atividades.

7. A pesquisa permitiu classificar as atividades da infraestrutura como estação ou rede de monitoramento, laboratório, navio de pesquisa ou laboratório flutuante, observatório e planta ou usina-piloto.

Comprovam tal predominância a presença de cerca de 70% dos laboratórios associados a pesquisas voltadas para a construção de edifícios (E), enquanto os segmentos de obras de infraestrutura (I) e serviços diversos (D) estão presentes em menos da metade dos laboratórios da amostra. Apesar disso, em mais de 90% das instituições são desenvolvidos estudos voltados para a construção de edifícios e obras de infraestrutura, e em 73,9% são desenvolvidas pesquisas voltadas para serviços diversos, conforme apresenta a tabela 4.

TABELA 4Quantidades de laboratórios e instituições segundo o principal segmento envolvido, com repetição¹

Segmento	Laboratórios	(%)	Instituições	(%)
Construção de edifícios (E)	36	69,2	23	100,0
Obras de infraestrutura (I)	23	44,2	21	91,3
Serviços diversos (D)	18	34,6	17	73,9

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Elaboração do autor.

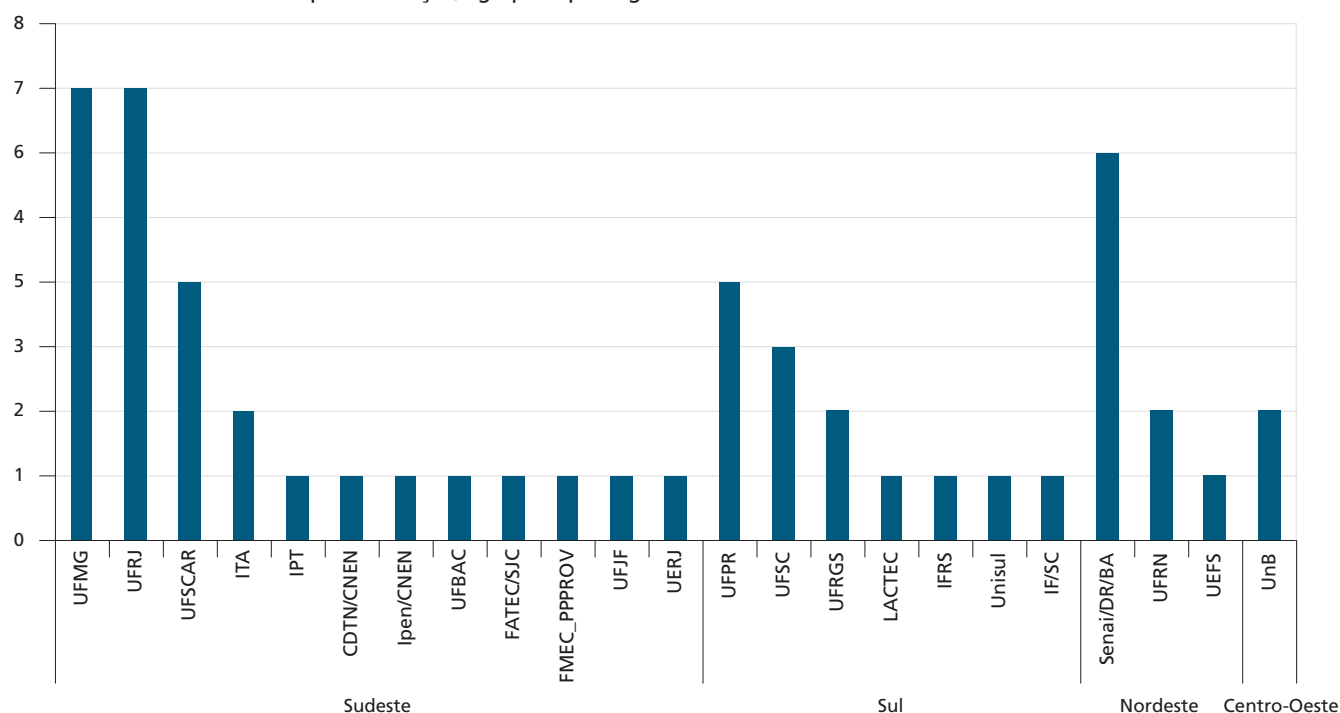
Obs.: construção de edifícios (E); obras de infraestrutura (I); e serviços diversos (D).

Nota: ¹ O questionário permitiu a associação de cada infraestrutura a mais de um setor de atividade, resultando na repetição de infraestruturas em cada segmento.

Apenas duas instituições foram identificadas como organizações privadas – a Fundação Mineira de Educação e Cultura (FMEC_PPPOV) e o Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) –, fazendo com que os recursos utilizados para a criação e a manutenção das infraestruturas em estudo sejam predominantemente públicos. Entre as 23 instituições selecionadas se destacaram a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai/DR/BA) pelo maior número de laboratórios cadastrados, conforme mostra o gráfico 3, no qual é possível também constatar a distribuição dos centros de pesquisas no território brasileiro apontada por Cardoso (2011). Entretanto, os laboratórios voltados para a indústria da construção e as respectivas instituições estão concentrados, principalmente, na região Sudeste e Sul, seguidas das regiões Nordeste e Centro-Oeste. Apesar da metodologia para mapeamento preliminar das instituições relevantes para a indústria da construção incorporar critérios para formar uma amostra representativa de todas as regiões brasileiras, ao final não foi identificado nenhum laboratório cadastrado com afinidade para a construção civil na região Norte.

GRÁFICO 3

Número de laboratórios por instituição, agrupada por região



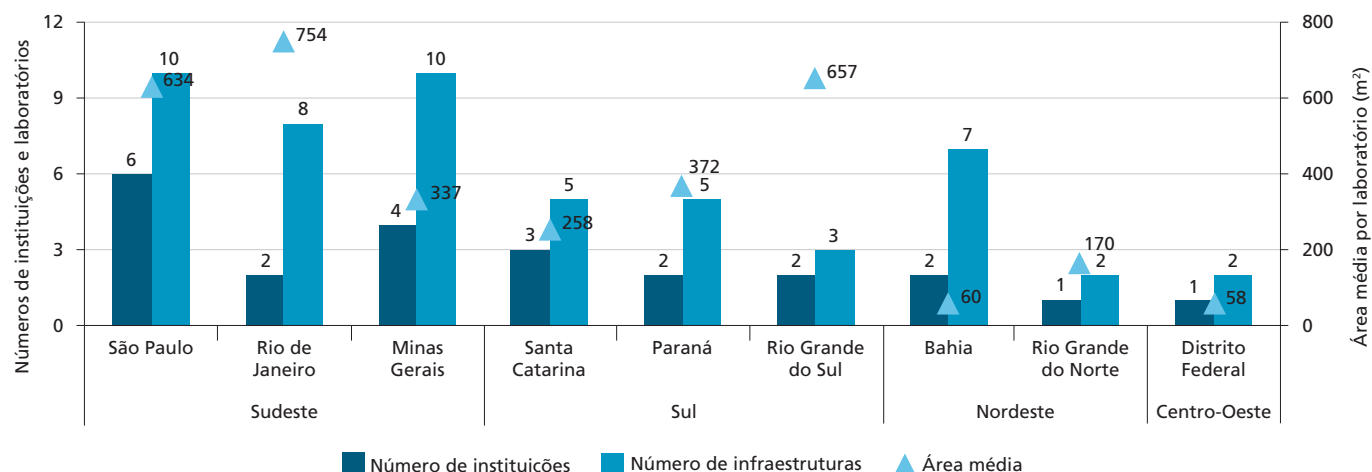
Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Elaboração do autor.

Os laboratórios de pesquisa na indústria da construção cadastrados se concentraram nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, conforme mostra o gráfico 4. Ao todo, a área física dos laboratórios selecionados somou 21.733 m², concentrados principalmente nos estados de São Paulo (6.335 m²) e Rio de Janeiro (6.030 m²). A partir dos dados apresentados por De Negri e Squeff (2014), percebe-se que a área física média das infraestruturas voltadas para a indústria da construção civil (418 m²) é o dobro da média nacional (205 m²).

GRÁFICO 4

Números de infraestruturas e instituições e área média por Unidade da Federação



Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

Estes resultados mostram que as pesquisas realizadas na indústria da construção civil envolvem laboratórios de grandes dimensões; isto porque, para o estudo na área de estruturas das construções, por exemplo, são necessários grandes equipamentos para ensaios físicos, mecânicos e até aerodinâmicos de protótipos em diversas escalas. Ainda assim, áreas como a de estudos de materiais e a de revestimentos utilizam espaços relativamente menores para desenvolverem pesquisas sobre as propriedades dos insumos e de novos materiais e compostos.

3.3 Recursos humanos

As 52 infraestruturas voltadas para a indústria da construção ocupavam, em 2012, 1.436 pessoas, entre equipes técnica/administrativa e pesquisadores internos e externos aos respectivos laboratórios e estudantes, conforme sistematiza a tabela 5.

TABELA 5

Número de usuários segundo a atividade desempenhada e o vínculo com as respectivas instituições

	Quantidade	(%)
Apoio técnico e administrativo	180	12,5
Pesquisadores internos	198	13,8
Coordenadores (um por infraestrutura)	52	3,6
Equipe laboratorial	430	29,9
Alunos de graduação	573	39,9
Alunos de pós-graduação	198	13,8
Pesquisadores da mesma instituição (exceto pesquisadores internos)	109	7,6
Usuários externos aos departamentos, mas vinculados às respectivas instituições (1)	880	61,3
Pesquisadores de empresas	56	3,9
Pesquisadores de outras instituições	70	4,9
Usuários externos às respectivas instituições (2)	126	8,8
Usuários externos aos laboratórios (1+2)	1.006	70,1
Total	1.436	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

A tabela 5 também mostra que os laboratórios selecionados possuem 430 pessoas vinculadas à equipe interna e atenderam outros 1.006 usuários externos aos respectivos departamentos (880) e instituições (126). Na distinção dos usuários externos entre alunos e pesquisadores, percebe-se, na tabela 5, que 53,7% dos usuários são alunos dos cursos de graduação e pós-graduação (771 alunos), e 16,4% são pesquisadores externos (235 pesquisadores).

A tabela 6 apresenta as quantidades de laboratórios e recursos por Unidade da Federação (UF) e respectivas concentrações percentuais destes segundo as regiões brasileiras. Assim, como observado na distribuição dos laboratórios nas regiões brasileiras (gráfico 3 e gráfico 4), em 2012 os pesquisadores internos também se concentraram na região Sudeste, seguida pelas regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste. A maior interação com usuários externos ocorreu no estado de Santa Catarina; entretanto, a maior parte destes recursos (48,9%) se concentrou na região Sul. Em média, as infraestruturas de pesquisa da amostra contaram com cerca de quatro funcionários técnicos e administrativos e pesquisadores internos, número próximo ao observado para o cenário nacional (3,4 e 4,6, respectivamente).

TABELA 6

Número de laboratórios e de pesquisadores e média de pesquisador por infraestrutura, segundo a região

Região	UF	Quantidades de:			
		Infraestruturas	Técnicos e administrativos	Pesquisadores internos	Usuários externos
	DF	2	1	6	17
	Centro-Oeste (%)	3,9	0,6	3,0	1,7
	BA	7	7	16	10
	RN	2	2	9	41
	Nordeste (%)	17,3	5,0	12,6	5,1
	MG	10	11	31	182
	RJ	8	34	32	217
	SP	10	80	54	93
	Sudeste (%)	53,8	69,4	59,1	48,9
	PR	5	39	23	104
	RS	3	4	15	23
	SC	5	2	12	319
	Sul (%)	25,0	25,0	25,3	44,3
Total		52	180	198	1.006

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

O questionário permitiu estratificar os recursos humanos internos (técnico-administrativo e pesquisador interno) segundo o grau de escolaridade, conforme apresenta a tabela 7. O apoio técnico e administrativo é formado, em mais da metade das pessoas, por empregados com ensino médio (53,3%), enquanto na equipe de pesquisadores prevalecem os doutores (70,2%). A distribuição da titulação máxima dos pesquisadores internos às infraestruturas voltadas para a construção civil é semelhante ao cenário nacional, apresentado por De Negri e Squeff (2014).

TABELA 7

Número de pessoas segundo o grau de titulação e a atividade desempenhada

Pesquisadores internos			Apoio técnico-administrativo		
Titulação máxima	Total	(%)	(%)	Total	Titulação máxima
Doutorado	142	70,2	11,7	21	Doutorado
Mestrado	35	16,7	15,0	27	Mestrado
Especialização	4	2,0			
MBA	2	1,0	3,9	7	Especialistas
Extensão universitária	1	0,5			
Graduação	10	5,1	16,1	29	Graduação
Ensino médio (2º grau)	4	2,0	53,3	96	Ensino médio (2º grau)
Total	198	100,0	100,0	180	Total

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

A pesquisa permitiu, também, conhecer com maior detalhe o tipo de vínculo desses recursos e o tempo de dedicação dos pesquisadores internos à infraestrutura. Os dados enviados pelos laboratórios mostraram que cerca de 77% dos pesquisadores internos e técnicos administrativos possuem vínculo formal com as instituições, percentual pouco superior ao cenário nacional (74%). Entre os pesquisadores, 54,5% são servidores públicos e 22,7% celetistas, e 74,9% dos técnicos administrativos são servidores públicos ou funcionários, conforme apresenta a tabela 8.

TABELA 8

Número de pesquisadores segundo o tipo de vínculo e função

Pesquisadores internos			Apoio técnico-administrativo		
Tipo de vínculo	Total	(%)	(%)	Total	Tipo de vínculo
Servidor público	109	54,5	74,9	133	Servidor/funcionário
Celetista	47	22,7			
Bolsista	23	12,1	20,9	39	Prestador de serviço/ terceirizado
Pesquisador-visitante	6	3,5			
Outro	13	7,1	4,3	8	Outro
Total	198	100,0	100,0	180	Total

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

As principais distinções observadas nas infraestruturas em tela em relação ao cenário nacional apresentado por De Negri e Squeff (2014) são:

- a) em relação aos pesquisadores internos: a menor proporção de servidores públicos (5,9 pontos percentuais – p.p.) e a maior proporção de celetistas (9,1 p.p.); e
- b) em relação ao apoio técnico-administrativo: as maiores proporções de servidores/funcionários (14,5 p.p.) e prestadores de serviço (5,8 p.p.) e a menor proporção de outros tipos de vínculo (14,9 p.p.).

Em relação ao tempo de dedicação dos pesquisadores internos à infraestrutura, a tabela 9 mostra que 42,9% dos pesquisadores dedicam mais de 30 horas semanais de efetivo exercício de atividades nos laboratórios. Enquanto 51,0% dos pesquisadores possuem dedicação inferior a vinte horas semanais, apenas 6,1% dos pesquisadores cumprem entre vinte e trinta horas semanais de dedicação à infraestrutura. Percebe-se, portanto, que cerca da metade dos pesquisadores (49,0%) possuem significativa dependência da disponibilidade das infraestruturas – uma vez que dedicam vinte horas semanais ou mais ao seu uso –, percentual inferior ao encontrado para o cenário nacional (60,1%).

TABELA 9

Número de pesquisadores internos segundo o tempo de dedicação

Tempo de dedicação	Total	(%)
Mais de trinta horas semanais	85	42,9
Mais de vinte a trinta horas semanais	12	6,1
Mais de dez a vinte horas semanais	42	21,2
Até dez horas semanais	59	29,8
Total	198	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados preliminares apresentados neste artigo mostram que os laboratórios selecionados se concentraram na região Sudeste, mas com o destaque daqueles instalados no Rio Grande do Sul e na Bahia, tendo em vista a área média encontrada no primeiro e o número de laboratórios no segundo. Mesmo a metodologia tendo privilegiado a seleção de ao menos uma infraestrutura por região brasileira, não foram identificados no levantamento final representantes da região Norte.

A concentração de laboratórios na região Sudeste resultou, também, na concentração de recursos técnicos e administrativos e de pesquisadores na região, mas os alunos pesquisadores se concentraram, em 2012, na região Sul, especificamente no estado de Santa Catarina. Se destacaram, também, as infraestruturas do Rio de Janeiro, pela maior relação de pesquisadores por infraestrutura (14), e também aquelas do Rio Grande do Norte, de Minas Gerais e do Distrito Federal, tendo em vista as elevadas relações de usuários por recursos técnicos e administrativos (25, 19 e 23, respectivamente).

Quanto à formação e o tipo de vínculo dos recursos internos dos laboratórios, mais da metade do apoio técnico e administrativo possui, como escolaridade máxima, o ensino médio (53,3%) e são servidores públicos ou funcionários (74,9%), enquanto a equipe de pesquisadores é formada, principalmente, por doutores (70,2%), servidores públicos (54,5%) e celetistas (22,7%). Os resultados mostraram que menos da metade dos pesquisadores (42,9%) possuem dedicação inferior a trinta horas semanais.

A citada predominância de instituições públicas na amostra indica que os pesquisadores internos, do tipo servidores públicos vinculados às infraestruturas de pesquisa voltadas para o setor, estão sujeitos a desempenhar, concomitantemente, a regência de classes, atividades administrativas e de pesquisa. Com isso, os servidores públicos declarados no estudo dificilmente dedicarão mais de vinte horas semanais de pesquisa às infraestruturas, ficando esta atribuição a cargo de celetistas, bolsistas, pesquisadores-visitantes e pessoas com outros tipos de vínculo.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, S. L. Inovações tecnológicas nas edificações: papéis diferenciados para construtores e fornecedores. **Gestão & Produção**, v. 3, n. 3, p. 262–274, dez. 1996.
- ANPROTEC. **Portfólio dos parques tecnológicos no Brasil**: relatório completo. [S.l.] Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC), dez. 2008.
- BLUMENSCHNEIN, R. N. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção**. [S.l.] Universidade de Brasília (UnB), 2004.
- BRASIL, P. **Goiânia recebe primeiro centro de parque tecnológico** [Notícia]. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2013/12/goiania-recebe-primeiro-centro-de-parque-tecnologico>>. Acesso em: 24 jun. 2014.
- BYGBALLE, L. E.; INGEMANSSON, M. **Public policy and industry views on innovation in construction**, 2011.

CARDOSO, F. F. *et al.* Public policy instruments to encourage construction innovation: overview of the brazilian case. *In: Innovation in construction: an international review of public policies.* [S.l.]: Spon Press, 2001.

CARDOSO, F. F. **Ciência, tecnologia e inovação e a indústria da construção civil: elementos para a formulação de uma política para o setor:** Projeto Inovação Tecnológica na Construção (PIT). Porto Alegre-RS: Universidade de São Paulo – Escola Politécnica e Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 11 jul. 2011.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Programa Inovação Tecnológica – 1ª fase.** Disponível em: <<http://www.pit.org.br/1a-fase/>>. Acesso em: 18.10.2013.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Estudo setorial da construção 2012:** estudos e pesquisas. [S.l.] Dieese, maio. 2013.

FORMOSO, C. T. **Plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de tecnologia do ambiente construído com ênfase na construção habitacional.** Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). Porto Alegre-RS, Brasil: NORIE/UFRGS, 2002.

HAMPSON, K. D. *et al.* **Investing for impact:** constructing a better built environment. [S.l.], 2013.

MILFORD, R. **National systems of innovation with reference to construction in developing countries.** [S.l.: s.d.].

NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. **Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil:** análises preliminares. Brasília-DF: Ipea, jun. 2014.

PEREIRA, N. C. **Análise das condições político-institucionais para inovação tecnológica na construção civil:** adobe produzido com macrófitas aquáticas em Palmas-TO. [S.l.: s.d.].

SEADEN, G.; MANSEAU, A. Public policy and construction innovation. **Building Research & Information**, v. 29, n. 3, p. 182-196, maio. 2001.

SHAPIRA, A.; ROSENFELD, Y. Achieving construction innovation through academia-industry cooperation: keys to success. **Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice**, v. 137, n. 4, p. 223-231, 2010.

WILDE, P. PISAC – Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído. *In: Workshop: Sustentabilidade do Ambiente Construído*, 2011. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/apresentacoes-estudos/workshop-sustentabilidade-do-ambiente-construido>>. Acesso em: 01/2014.

INFRAESTRUTURA LABORATORIAL E COOPERAÇÃO PARA P&D E INOVAÇÃO

Gilson Geraldino Silva Jr.^{1, 2}

1 INTRODUÇÃO

Este artigo objetiva apresentar parte dos resultados de um estudo mais amplo, voltado à avaliação do impacto da cooperação laboratórios-empresas sobre a utilização de infraestrutura laboratorial, com base nas informações da pesquisa desenvolvida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Ipea. O conjunto de resultados sobre a relação laboratórios-empresas apresentado é inédito para o Brasil e tem características únicas em relação a outros estudos desta natureza realizados em outros países.

As estatísticas descritivas geradas neste trabalho podem ser sintetizadas com os seguintes resultados: os laboratórios da amostra são utilizados sistematicamente e continuamente, porém com utilização contínua não tão elevada no caso de um fim específico; equipar os laboratórios é, em geral, relativamente barato, mas mantê-los é, em geral, relativamente caro; e a cooperação dos laboratórios com as empresas do Brasil é o dobro da cooperação com as empresas do exterior. A evidência econométrica indica, ainda, que a atividade laboratorial contínua relevante para fins de cooperação com empresas é a atividade de pesquisa; que a prestação de serviços (técnico-científico ou tecnológico) e a pesquisa estão associadas a laboratórios acreditados; e que os custos de equipar ou manter os laboratórios, normalmente, não afetam a probabilidade de utilização de infraestrutura laboratorial. Este conjunto de evidências indica que o uso focado da infraestrutura laboratorial e a cooperação com empresas estão significativamente associados.

Além desta introdução, este artigo contém mais duas seções: a primeira apresenta o debate recente sobre o tema em tela; a segunda expõe a evidência empírica obtida, com comentários sobre a base de dados, as variáveis e os filtros, e mostra as estatísticas descritivas e os resultados, assim como as interpretações das regressões. Em seguida, são apresentadas as conclusões.

2 IMPORTÂNCIA DA INFRAESTRUTURA LABORATORIAL

Nesta seção são comentadas as perspectivas americana, europeia e brasileira sobre a importância da infraestrutura laboratorial.

Do lado americano, em meados dos anos 1940, o governo concluiu que não poderia depender da ciência europeia para o desenvolvimento civil e militar dos EUA. Um sistema nacional de inovação eficiente, com a adequada infraestrutura para ciência e inovação, tinha que ser construído.

Em 17 de novembro de 1944 o então presidente, Roosevelt, encaminhou uma carta ao diretor do escritório de pesquisa e desenvolvimento científico dos EUA com questões sobre ciência e tecnologia civil e militar. O contexto das duas grandes guerras europeias e a necessidade de soluções rápidas e inéditas para problemas complexos por parte dos EUA influenciaram tanto as questões encaminhadas, quanto as respostas oferecidas – respostas que recomendaram, com urgência, um programa de governo para a ciência americana. A principal conclusão do relatório *Science: the endless frontier. A report to the president*, de 1945, que ficou conhecido como “Relatório Bush”, foi que o progresso científico é essencial, tanto no âmbito civil quanto militar, como se discute a seguir.

1. Economista e pesquisador-doutor no projeto *Sistema nacional de inovação e infraestrutura de C,T&I no Brasil*. E-mail: gilsongsj@gmail.com.

2. O autor agradece à Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea-DF pelo apoio, a João Renato Falcão (bolsista do Ipea) pela assistência com os bancos de dados do survey, e a José Mauro de Moraes (coordenador e técnico de Planejamento e Pesquisa da Diset) por comentários pormenorizados a uma versão anterior deste artigo. Eventuais erros ou imprecisões são de responsabilidade do autor.

No âmbito civil porque novos produtos, novos setores da economia e mais emprego requerem adição contínua de conhecimento, particularmente das ciências da natureza, e aplicações para fins práticos. No âmbito militar porque deveria ter mais pesquisa militar em tempos de paz, em maior quantidade e qualidade. Logo, é essencial que cientistas civis contribuam para pesquisas militares nestes tempos, ainda que de forma não tão intensa quanto contribuíram em tempos de guerra. Por fim, estava claro que somente o governo americano poderia empreender pesquisas militares, haja vista o sigilo, a ausência de valor comercial para a maioria dos resultados e os altos custos. O governo americano não teria como escapar da sua obrigação de dar apoio às pesquisas militares e os EUA não poderiam mais depender da Europa como fonte indispensável de conhecimento.³

Como até 1945 não havia uma política nacional americana para ciência, o Relatório Bush recomendou forte e urgentemente: *i*) a criação de uma agência, a *National Research Foundation* (Bush, 1945, p. 38) para estes propósitos; *ii*) investimento em capital humano para produzir ciência básica e aplicá-la para fins civis e militares; *iii*) financiamento público para ciência básica; e *iv*) observância de cinco princípios para fomentar pesquisa (*Ibid.*, p. 36): a) fundos estáveis; b) agências de fomento com corpo técnico composto somente com pessoas qualificadas para ciência e educação; c) tal agência deveria apenas financiar pesquisa por meio de bolsas ou contratos, e não ter laboratórios próprios; d) apoiar pesquisa básica em instituições de ensino superior públicas e privadas; e e) garantir a liberdade e a independência para pesquisar.

O Relatório Bush estabelecia, então, os fundamentos do sistema nacional de inovação norte-americano. E, a partir daí, um esforço para inovação, que colocaria os EUA na liderança tecnológica civil e militar.

A história dos laboratórios federais americanos pode ser dividida em dois períodos. No primeiro, de 1945 a 1980, os laboratórios estavam envolvidos em pesquisa interna e suporte à pesquisa em empresas e universidades, mas não estavam formalmente preocupados com a comercialização de tecnologias. No segundo, a partir de 1980, há substancial mudança na legislação, que permite envolvimento dos laboratórios federais americanos na comercialização de tecnologia. As principais leis são *Stevenson-Wydler Act* e *Bayh-Dole Act*, ambas de 1980, consideradas complementares. Depois vieram regras adicionais, que tornaram mais claro como tratar propriedade intelectual resultante de acordos de colaboração. Entre elas, *The National Cooperative R&D Act of 1984*, *The Federal Technology Transfer Act of 1986*, *The National Competitiveness Technology Transfer Act of 1989*, e *The National Cooperative Research and Production Act of 1993*. Estas regras criaram a possibilidade de uso de vários canais de transferência de tecnologia para os laboratórios federais americanos. Entre os canais formais estão o patenteamento e o licenciamento exclusivo ou não de patentes. Entre os canais menos formais estão a transferência de tecnologia via *spinoffs*, a ida de cientistas dos laboratórios para as empresas e os acordos entre empresas e laboratórios (Adams, Chiang e Jensen, 2003). Em suma, a partir dos anos 1980 os EUA criaram uma política de transferência de tecnologia e flexibilizaram o uso dos direitos de propriedade intelectual.

Do lado europeu, no fim dos anos 1960, o então lado capitalista se organizava para minimizar assimetrias e articular melhor o seu sistema nacional de inovação, do qual os EUA dependiam mais do que gostariam. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), criada em 14 de dezembro de 1960, logo no início das suas atividades manifestou preocupação tanto com a tecnologia, quanto com as diferenças de padrões tecnológicos entre seus membros.⁴ Já em 1964 houve o primeiro encontro de ministros de ciência e tecnologia da OCDE, encontro este que se repetiu em 1966. Daí surgiu a série de estudos *The gaps in technology between member countries*, cujas estatísticas orientariam as discussões futuras sobre inovação. Foram considerados prioridades na época os instrumentos científicos, os componentes eletrônicos, os computadores eletrônicos, os plásticos, os produtos farmacêuticos e os metais não ferrosos (OCDE, 1968); não por acaso, eram setores nos quais as empresas europeias conseguiram substancial liderança mundial.

3. In verbis: "(...) new products, new industries, and more jobs require continuous additions to knowledge of the laws of nature, and the application of that knowledge to practical purposes." (Bush, 1945, p. 6). "(...) there must be more – and more adequate – military research in peacetime. It is essential that the civilian scientists continue in peacetime some portion of those contributions to national security which they have made so effectively during the war." (*Ibid.* p. 7). "It is clear that only Government can undertake military research for it must be carried on in secret, most of it has no commercial value, and it is expensive. The obligation of Government to support research on military problems is inescapable." (*Ibid.*, p. 19). "(...) we can no longer count on ravaged Europe as a source of fundamental knowledge." (*Ibid.*, p. 25).

4. Ver lista de membros da OCDE e data de ingresso. Disponível em: <<http://www.oecd.org/general/listofocdmembercountries-ratificationoftheconventionontheoecd.htm>>. Acesso em: 10.04.2014.

Desde então a OCDE aprimorou as ferramentas de formulação de políticas para inovação implementando, entre outras coisas, metas de gastos com P&D. Os efeitos dos choques de curto prazo (como a crise financeira de 2008) e de longo prazo (como mudanças demográficas) sobre inovação colocaram as economias da OCDE perante desafios sem precedentes. Com orçamentos extremamente restritos, os governos estão mobilizando todos os recursos para garantir crescimento forte e sustentável. Em particular, as oportunidades que a internet e os mercados globais oferecem e os principais ativos dos respectivos países, tais como capital humano, conhecimento e criatividade. Nessa agenda de tempos de crise, a inovação continua a ter importância fundamental (OCDE, 2012).

Assim, na segunda metade do século XX, os governos dos EUA e da então Europa Ocidental se movimentaram para implementar ou ampliar seus sistemas nacionais de inovação, movimentação que prossegue neste início do século XXI, conforme detalham Edquist (2005), Mowery e Sampat (2005), Soete, Verspagen e Well (2010).

Do lado brasileiro, há iniciativas para fomentar a ciência básica e melhorar a qualidade do ensino superior a nível federal, que começa na década de 1920 – com a atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), criada em 1920, e a atual Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), criada em 1927 –, e se expande substancialmente na década de 1960 (Barroso e Fernandes, 2006) – com a criação do CNPq⁵ e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes),⁶ ambos em 1951, e da Embrapa,⁷ em 1973, que passaria a ter importante função nas pesquisas agrícolas.

CGEE (2010) fez uma síntese descritiva das instituições de ciência, tecnologia e inovação brasileiras de destaque, e agrupou 130 atores selecionados no Sistema Nacional de C,T&I da seguinte forma: Embrapa (39 unidades); Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz, 11 unidades); Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEM, 7 unidades); Sistema do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (9 unidades); e Sistema de pesquisa e inovação em saúde (6 unidades), em defesa (6 unidades), em energia (3 unidades) e em tecnologia da informação e comunicação (TIC, 8 unidades). No âmbito estadual o Brasil tem os institutos tecnológicos estaduais (13 unidades) e as organizações estaduais para pesquisa agropecuária (18 unidades).

Mesmo excluindo os laboratórios de pesquisa das 66 instituições federais de ensino superior nas 27 Unidades da Federação⁸ e das principais universidades estaduais e privadas, que não estão no levantamento do CGEE (2010), há quantidade substancial de instituições envolvidas em C,T&I em nichos importantes para a economia brasileira.

Em síntese: *i)* a preocupação com infraestrutura laboratorial para P&D e inovação nos EUA e Europa remonta a meados do século XX; *ii)* são muitos os atores selecionados no sistema nacional de C,T&I no Brasil, mas se desconhece evidência empírica para o Brasil sobre cooperação entre empresas e laboratórios para P&D e inovação.

2.1 Cooperação para P&D

Sempre houve alguma cooperação para P&D, mas nos últimos vinte anos esta foi significativamente ampliada como consequência da crescente complexidade, riscos e custos da inovação. As firmas que se comprometem com o processo de inovação passam a necessitar de cooperação para P&D para obter expertise que não pode ser gerada na própria firma. Colaboração em P&D com outras empresas e instituições é fundamental para, por exemplo, a utilização de recursos externos, a transferência eficiente de conhecimentos, a troca de recursos e de aprendizado organizacional ou os acordos em nichos de pesquisa bem definidos. Caso ocorra, deixa clara a estabilidade e a adaptação dos recursos necessários, e quais ativos complementares e recursos podem ser combinados para gerar sinergias (Becker e Dietz, 2004).

5. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/web/guest/a-criacao>>. Acesso em: 10.04. 2014.

6. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/sobre-a-capes/historia-e-missao>>. Acesso em: 10.04. 2014.

7. Disponível em: <<http://hotsites.sct.embrapa.br/pme/historia-da-embrapa>>. Acesso em: 10.04. 2014.

8. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_universidades_federais_do_Brasil>. Acesso em: 10.04.2014.

De maneira geral, pode-se dizer que as motivações para a cooperação em P&D entre as empresas são: *i)* financiamento conjunto de P&D; *ii)* redução de incerteza; *iii)* poupar custos; e *iv)* obter economias de escala e escopo. Entre os desincentivos para cooperação, tem-se: *i)* coordenar rotinas organizacionais e estilos distintos; *ii)* combinar ativos e recursos complementares; *iii)* fixar preços de bens intangíveis, como informação e *know-how*; e *iv)* especificar a apropriação dos resultados da P&D conjunta (Becker e Dietz, 2004).

De fato, é cada vez mais rara a atividade de P&D baseada somente no próprio esforço. Mesmo as grandes organizações inovadoras não conseguem avançar somente com os próprios recursos. Elas também adquirem conhecimento externo enquanto desenvolvem suas inovações, o que é feito, por exemplo, via licenciamento, terceirização de P&D, aquisição de empresas ou contratação de pesquisadores qualificados, com conhecimento relevante. A simultaneidade do uso do conhecimento interno e externo pelas empresas sugere que estas atividades são complementares, uma vez que o conhecimento interno amplia os ganhos daquele externo adquirido, e o acesso ao *know-how* externo amplia a eficiência das atividades internas de P&D (Cassiman e Veugelers, 2006).

Além disso, P&D pode ser organizada em diferentes formas, como atividades internas ou externas à empresa, como contratação de projetos de P&D ou cooperação com institutos de pesquisa ou outras empresas. Logo, é pertinente analisar as decomposições da P&D, e não o conjunto agregado em “P&D total”. As estratégias inovadoras das empresas seriam, portanto, muito particulares e complexas, variando de empresa para empresa, conforme o padrão de interação, para gerar complementaridade entre as atividades internas e externas de pesquisa e desenvolvimento. Neste contexto, as parcerias em P&D exploram as vantagens intrínsecas, como ganhos de eficiência, compartilhamento de custos e riscos, acesso ao conhecimento externo e ao controle dos fluxos de conhecimento. As atividades externas e internas de P&D podem ser, assim, complementares ou substitutas (Schmiedeberg, 2008).

Por fim, cabe destacar o aumento das inter-relações entre inovação e meio ambiente, tendo como *proxy* o substancial crescimento da regulação ambiental no final do século XX e que se consolida neste início do século XXI. As severas punições contra comportamentos ambientalmente danosos encorajam as empresas a controlarem os efeitos das suas atividades sobre o meio ambiente para reduzir os riscos sobre a reputação e evitar custos adicionais cada vez mais significativos (De Marchi, 2012).

2.2 Cooperação para inovação

Na interpretação de Tether (2002), os arranjos cooperativos para inovação, incluindo alianças tecnológicas estratégicas, foram o foco de considerável atenção teórica e empírica nos anos 1980 e 1990. Várias análises assumem que estes arranjos representam novas formas de organizar a inovação tecnológica. A existência de arranjos colaborativos formais, porém, não é novidade desde aquelas décadas. Entre as possibilidades interativas, destacam-se alianças tecnológicas estratégicas, arranjos colaborativos para P&D e redes de inovação.

No nível mais básico, as firmas constroem um arranjo colaborativo para inovação porque não têm internamente todos os recursos necessários, incluindo conhecimento, e/ou porque querem reduzir os riscos associados ao processo inovador, incluindo os riscos de transbordamentos tecnológicos. Estas razões podem não só ser simultâneas, como podem se inter-relacionar. Por exemplo, trabalhar com consumidores aumenta as chances de outros consumidores aceitarem a inovação, pois reduz a ignorância das firmas sobre as necessidades dos futuros clientes, ampliando a confiança e reduzindo os riscos associados à colocação de produtos inovadores no mercado. Ainda segundo Tether (2002), os principais arranjos cooperativos para inovação estariam *i)* nas cadeias de suprimentos; e *ii)* além das cadeias de suprimentos.

Na cooperação para inovação com as cadeias de suprimentos estão clientes e fornecedores. No caso dos clientes, entre as vantagens da cooperação estão maior conhecimento das necessidades dos consumidores, incluindo, eventualmente, o uso técnico de *know-how*; balancear preço e desempenho; entender o comportamento do usuário, algo importante para refinar a inovação; e aumentar as chances da inovação ser aceita e adotada por outras empresas em uma mesma comunidade. As vantagens das relações de cooperação com os fornecedores são parecidas com as dos clientes, com um detalhe adicional: a empresa tem que decidir se vai fazer ou comprar.

Na cooperação para inovação além das cadeias de suprimentos estão os competidores, as universidades, os consultores, os institutos de pesquisa, as organizações de pesquisa e tecnologia, entre outros. No caso do Reino Unido, desde o final do século XX, as universidades e os institutos de pesquisa públicos estão sob considerável pressão para sair da tradicional geração de conhecimento científico, para a produção de conhecimento direcionado à solução de problemas. Precisaram se aproximar da indústria e produzir pesquisas “industrialmente relevantes” para aumentar a competitividade da indústria britânica. Como consequência, ainda segundo Tether (2002), as instituições de ensino superior britânicas aumentaram tanto o nível, quanto a participação na P&D produzida no Reino Unido.

Tomlinson (2010) ressalta os efeitos dos custos de transação e as dificuldades de apropriabilidade. Com relação aos custos de transação, a cooperação bem-sucedida para produção de novas tecnologias vai depender da confiança entre as firmas e das relações contratuais apropriadas. Contratos de longo prazo, volume alto de trocas e frequência elevada de interações entre as firmas são usadas para evitar comportamento oportunista e facilitar alianças sustentáveis.

Com relação à apropriabilidade, por um lado as externalidades positivas associadas aos transbordamentos tecnológicos e à difusão do conhecimento dificultam a plena apropriação dos ganhos das atividades inovadoras. Neste contexto, tanto as firmas na cadeia de valor quanto competidores podem “pegar carona” nos benefícios da tecnologia e/ou informação. Por outro lado, com informação imperfeita, os fornecedores podem ter dificuldade em reter o pleno valor da inovação, uma vez que os vendedores usualmente querem avaliá-la antecipadamente, o que invariavelmente envolve transferência de conhecimento de difícil recuperação. Este excesso de cautela pode reduzir o esforço inovador das empresas. Novamente a cooperação entre firmas oferece uma potencial solução para este problema, haja vista que a reunião de recursos ao longo da cadeia produtiva permite, ao mesmo tempo, proteger suas tecnologias e aprimorar coletivamente a apropriabilidade das inovações.

Promover laços cooperativos, porém, é mais fácil de dizer do que de fazer. Tais laços são invariavelmente resultado de acordos conjuntos, confiança mútua e compreensão entre as firmas, elementos que nem sempre estão presentes e que, quando estão, podem ser facilmente rompidos. Além disso, a coordenação dos recursos entre as firmas pode ser problemática, particularmente quando as sinergias dos recursos entre elas não são transparentes e mudam facilmente com as circunstâncias (Tomlinson, 2010).

Já Robin e Schubert (2013) ressaltam que a riqueza das sociedades modernas, particularmente no longo prazo, está baseada em crescente produção e amplo acesso ao conhecimento. Como consequência, há necessidade recorrente de novas descobertas e difusão das mesmas para geração de valor. As interações entre indústria e ciência são consideradas a principal forma institucional de transferência de conhecimento. A teoria do crescimento endógeno corrobora tal assertiva. A abordagem dos sistemas de inovação vai destacar que as relações entre os atores do processo de geração de conhecimento são centrais para o comportamento inovador da sociedade. E a teoria da hélice tríplice vai apontar a importância das relações institucionais entre ciência, indústria e governo para difusão do conhecimento.

A colaboração formal entre empresas e instituições públicas de pesquisa, por ser uma forte conexão tem, por um lado, um papel central na formulação de políticas de ciência e tecnologia e merece, portanto, atenção particular. Logo, é razoável dizer que as instituições de pesquisa públicas não são moldadas somente pelas políticas promotoras de ciência, uma vez que os governos têm controle pelo menos parcial destas, assim como elas são moldadas para, também, implementar as políticas promotoras de ciência. Por outro lado, a evolução das políticas promotoras de ciência está levando-as ao encontro das políticas industriais, tornando as políticas promotoras de ciência mais “orientadas para o mercado”. Ao mesmo tempo, as pesquisas baseadas em contratos e indicadores de desempenho vêm ganhando cada vez mais importância, e a P&D das firmas resulta cada vez mais de arranjos cooperativos com institutos de pesquisa. As parcerias público-privadas tornaram-se, inquestionavelmente, o referencial da cooperação para inovação (Robin e Schubert, 2013).

Em suma, nos anos recentes houve crescente interesse em arranjos cooperativos para inovação, cuja ocorrência depende pouco da firma e muito da ação coletiva. O debate recente sobre cooperação para inovação destaca vários aspectos destas conexões, mas não remete claramente para o uso de infraestrutura laboratorial, foco deste trabalho, cuja relevância é tácita.

3 A EVIDÊNCIA EMPÍRICA A PARTIR DE DADOS DO SURVEY

Há poucos estudos empíricos sobre impactos de infraestrutura laboratorial em P&D e/ou inovação. Adams, Chiang e Jensen (2003) estudaram a influência da P&D desenvolvida em laboratórios federais americanos sobre o patenteamento de resultados gerados em laboratórios industriais nos EUA,⁹ cujo volume de recursos alocados em pesquisa laboratorial foi de US\$ 26 bilhões, em 1995, ou 14% dos gastos americanos com P&D; um montante maior que aquele gasto em todas as universidades americanas e maior que o orçamento de vários países.

Aqueles autores verificaram que a taxa de patenteamento do laboratório das empresas é negativamente afetada por: *i*) o laboratório ser usado prioritariamente para testes e *ii*) se há contratos com o governo federal americano; e positivamente afetada por: *i*) o laboratório estar dentro da indústria, *ii*) o orçamento para P&D, total e decomposições, ou seja, a parte financiada pela empresa e a parte financiada pelo governo e *iii*) existência de acordos tipo Crada.¹⁰

Já o orçamento dos laboratórios, em seu total e nas decomposições (recursos das empresas ou fundos federais), é negativamente afetado por: *i*) o laboratório ser usado prioritariamente para testes, *ii*) o laboratório estar dentro da indústria e *iii*) se há contratos com o governo federal americano; e positivamente afetado por: *i*) existência de acordos tipo Crada e *ii*) número de cientistas PhD's que trabalham no laboratório.

Ou seja, a evidência empírica obtida por Adams, Chiang e Jensen (2003) sugere que Crada é o principal canal de transferência de tecnologia dos laboratórios federais americanos para as empresas dos EUA. Com ele, os laboratórios industriais patenteiam mais, têm gastos maiores de P&D financiado pela firma e retornam mais resultados para seus parceiros federais. Esta evidência está de acordo com o esperado pela implementação do *Stevenson-Wydle Act* nos anos de 1980 e demais legislações complementares, incluindo o Crada, que objetivavam dar fundamentos legais para pesquisa conjunta entre empresas e laboratórios industriais.

Para verificar qual o impacto da cooperação laboratórios-empresas para C,T&I sobre a utilização de infraestrutura laboratorial, foram utilizadas informações do *survey* desenvolvido pelo CNPq em parceria com o MCTI e o Ipea, cujos detalhes encontram-se em De Negri e Squeff (2014), que trata das características dos equipamentos e *softwares* (incluindo custos), principais atividades do laboratório, cooperação com empresas, prestação de serviços técnico-científicos, acreditação e custos e receitas. Na seção que trata da prestação de serviços, é possível identificar a intensidade de uso das instalações nas atividades de pesquisa, ensino, desenvolvimento de tecnologias, prestação de serviços tecnológicos, e/ou extensão tecnológica. Em outra seção, há informações sobre prestação de serviços técnico-científicos.

Estas variáveis são *proxy* para a utilização da infraestrutura laboratorial e serão as variáveis dependentes na especificação econométrica. A informação foi agregada como uma variável binária, sendo que 1 indica que a infraestrutura laboratorial foi usada continuamente para uma daquelas finalidades, e 0 que não houve uso contínuo – mas pode ter tido uso ocasional ou não uso.

A cooperação com empresas é a principal variável explicativa, e também foi construída como uma variável binária, sendo que 1 indica que houve cooperação entre os laboratórios e as empresas, e 0 que não houve. O *survey* CNPq/MCTI/Ipea permite distinguir se a cooperação é com empresas do Brasil ou do exterior.

Os custos de aquisição dos equipamentos e *softwares*, os custos operacionais do laboratório e a acreditação são os controles das regressões. Os custos de aquisição dos equipamentos e *softwares* dos equipamentos indicam se a infraestrutura laboratorial é “cara”, no sentido de estar acima da mediana destes custos laboratoriais,

9. As informações para o estudo de Adams, Chiang e Jensen (2003) vieram de três fontes: um *survey* sobre laboratórios para tecnologias industriais, de 1996; um *survey* sobre laboratórios do governo para P&D, de 1998; e informações complementares da Standard and Poors (Compustat, 1994). Para o *survey* de 1996, foram selecionadas 500 empresas nos setores de química, maquinaria, equipamentos elétricos e fabricantes de motores. Deste grupo foram selecionadas, aleatoriamente, 200 empresas, proprietárias de 600 laboratórios. Obtiveram resposta de 220 laboratórios de 115 empresas, o que equivale a uma taxa de resposta dos laboratórios de 37%. O *survey* de 1998 é complementar ao de 1996 e, partindo dos mesmos laboratórios de empresas, identificaram interação destes com 69 laboratórios do governo federal americano.

10. Crada ou *Cooperative Research and Development Agreements*. Para mais detalhes, ver: <<http://www.fda.gov/ScienceResearch/CollaborativeOpportunities/CooperativeResearchandDevelopmentAgreementsCRADAs/default.htm>>. Acesso em: 10.04. 2014.

ou “barata”, no sentido de estar abaixo da mediana. Da mesma forma, os custos operacionais indicam se a operacionalização do laboratório é “cara” ou “barata”.¹¹

Finalmente, a acreditação, outra variável binária, é um indicador de qualidade do laboratório. Os laboratórios acreditados para uma ou mais finalidades operam em conformidade com critérios técnicos e padrões internacionais, e são legitimados pelos serviços que prestam. Pode-se, assim, distinguir a *performance* de laboratórios acreditados dos não acreditados, sabendo-se, contudo, que não se pode estabelecer critérios que indiquem menor qualidade de um laboratório pela sua condição de não acreditado.

Tem-se, assim, a seguinte estrutura de regressão:

$$UIL_i = \alpha_0 + \alpha_1 co_{bri} + \alpha_2 co_{exti} + \alpha_3 ca_i + \alpha_4 cop_i + \alpha_5 ac_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

em que UIL_i é uma das possíveis formas de utilização da infraestrutura laboratorial supradescritas; co_{bri} e co_{exti} são a cooperação com empresas no Brasil ou no exterior; ca_i e cop_i indicam se os custos de aquisição e os custos operacionais são “caros” ou “baratos”; ac_i indica se o laboratório é acreditado ou não; ε_i é o termo erro com as hipóteses usuais de normalidade, média zero e variância finita; e o subscrito i indica que os dados são em corte transversal referentes ao ano de 2012.

A tabela 1 mostra as estatísticas descritivas das variáveis acima descritas. Com relação às atividades laboratoriais pesquisadas, dos 1.760 laboratórios da amostra, 1.681 realizaram alguma atividade de pesquisa, sendo 84,53% em atividade contínua. Com relação a atividades de ensino, dos 1.510 laboratórios que fizeram algo, 45,83% fizeram continuamente; em desenvolvimento de tecnologias, têm-se 1.201 laboratórios, sendo 51,62% deles sem interrupção; em prestação de serviços técnico-científicos, têm-se 1.207, sendo quase um terço contínuos. A prestação de serviços tecnológicos e/ou extensão tecnológica, porém, é menor: 795 laboratórios, sendo 17% continuamente. É razoável considerar que os laboratórios possam realizar mais de uma das atividades descritas simultaneamente. Considerando a possibilidade de combinação de atividades, têm-se todos os 1.760 laboratórios, sendo que 98% deles fazem algo continuamente. Ou seja, os laboratórios da amostra são utilizados sistemática e continuamente. Porém, a utilização contínua para um fim específico não é tão elevada.

Com relação à cooperação, cerca de 50% dos laboratórios cooperaram com empresas do Brasil, mas apenas um quarto com empresas do exterior. Apenas 8,64% dos laboratórios são acreditados; mais de 80% têm custo operacional “caro” e menos de um quarto têm custos de aquisição dos equipamentos e *softwares* “caros”. Ou seja, equipar os laboratórios é, em geral, relativamente barato, mas mantê-los é, em geral, relativamente caro. A cooperação com as empresas do Brasil é o dobro da cooperação com as empresas do exterior.

TABELA 1
Laboratórios: estatísticas descritivas

Variáveis dependentes	Frequência (%)	Laboratórios
Atividades contínuas de pesquisa	84,53	1.681
Atividades contínuas de ensino	45,83	1.510
Desenvolvimento contínuo de tecnologias	51,62	1.201
Prestação contínua de serviços técnico-científicos	30,67	1.207
Prestação contínua de serviços tecnológicos e/ou extensão tecnológica	17,61	795
Combinação de atividades laboratoriais	98,75	1.760
Variáveis explicativas	Frequência (%)	Laboratórios
Cooperação com empresas do Brasil	53,15	1.760
Cooperação com empresas do exterior	24,70	1.760
Laboratório acreditado	8,64	1.760
Custos de aquisição dos equipamentos e <i>softwares</i> “caros”	23,41	1.760
Custos operacionais do laboratório “caros”	86,03	1.760

Fonte: *survey* do Ipea (2013).
Elaboração do autor.

11. As respostas dadas às perguntas que geraram as variáveis dependentes e explicativas deste artigo não são valores contábeis precisos e auditáveis, mas refletem a percepção dos responsáveis pelos laboratórios sobre estes quesitos.

A tabela 2 apresenta os resultados das regressões *probit* em corte transversal. O intuito era verificar, prioritariamente, se a cooperação com empresas aumenta a probabilidade de ocorrência de atividades laboratoriais isoladamente (pesquisa, ensino e outras) ou com alguma combinação de atividades. Adicionalmente, checkou-se se outras características observáveis relevantes dos laboratórios também afetam a chance de ocorrência de atividades nestes.

Percebeu-se que a cooperação com empresas no Brasil aumenta a probabilidade de ocorrência contínua de atividades de pesquisa, desenvolvimento de tecnologias e prestação de serviços tecnológicos, mas não impacta na ocorrência contínua de atividades de ensino, de prestação de serviços técnico-científicos ou na combinação de atividades laboratoriais. Quanto à cooperação com empresas do exterior, aumenta apenas a chance de ocorrência contínua de atividades de pesquisa.

O fato do laboratório ser acreditado está positivamente associado a atividades contínuas de pesquisa, de prestação de serviços técnico-científicos e de prestação de serviços tecnológicos. Mas os laboratórios com custos de aquisição dos equipamentos e *softwares* “caros” aumentam a probabilidade de ocorrência contínua apenas de atividades de pesquisa. Por fim, laboratórios com custos operacionais “caros” aumentam apenas a chance de prestação contínua de serviços técnico-científicos.

Ou seja, a atividade laboratorial contínua mais relevante para fins de cooperação com empresas é a atividade de pesquisa. Para as outras atividades, a pesquisa tem importância secundária. A associação entre laboratórios acreditados e pesquisa e a prestação de serviços, seja técnico-científico ou tecnológico, é algo que tem apelo intuitivo imediato. Uma vez que os custos de equipar geralmente não aumentam a probabilidade de ocorrência de atividade laboratorial, depreende-se que tais custos são pouco relevantes para a ocorrência das atividades aqui consideradas, isolada ou conjuntamente.

TABELA 2

Laboratórios: regressões *probit* em corte transversal

	Atividades contínuas de pesquisa	Atividades contínuas de ensino	Desenvolvimento contínuo de tecnologias	Prestação contínua de serviços técnico-científicos	Prestação contínua de serviços tecnológicos	Combinação de atividades laboratoriais
Constante	0,70 ¹	-0,24 ¹	0,32 ¹	-0,76 ¹	-0,14 ¹	2,73 ¹
Cooperação com empresas do Brasil	0,28 ¹	0,079	0,14 ³	-0,13	0,25 ³	0,34
Cooperação com empresas do exterior	0,20 ³	0,083	0,17 ²	0,078	-0,07	-0,18
Laboratório acreditado	0,16 ³	-0,05	0,11	0,37 ¹	0,26 ²	-1,03 ¹
Custos de aquisição dos equipamentos e <i>softwares</i> “caros”	0,17 ³	0,11	-0,12	0,03	0,27	-0,22
Custos operacionais “caros” do laboratório	-0,50 ¹	-0,12	-0,34 ¹	1,18 ¹	0,21	0,23
Laboratórios	1.681	1.510	1.201	1.027	795	1.760

Fonte: Survey do Ipea (2013).

Elaboração do autor.

Notas: ¹ Indicam significância a 1%.² Indicam significância a 5%.³ Indicam significância a 10%.

4 CONCLUSÃO

Neste artigo foi analisado o impacto da cooperação laboratórios-empresas para C,T&I sobre a utilização de infraestrutura laboratorial brasileira. A revisão da literatura correlata indica que os resultados encontrados são consoantes com o debate e a evidência recentes para os EUA e os países europeus. O conjunto de resultados apresentados neste artigo é inédito para o Brasil.

Das estatísticas descritivas, destaca-se que 84,53% dos laboratórios realizaram atividade de pesquisa contínua e 51,62% desenvolveram tecnologias sem interrupção e que, em geral, os laboratórios da amostra são utilizados sistematicamente e continuamente. Porém, a utilização contínua para um fim específico não é tão elevada. Destaca-se, ainda, que cerca de 50% dos laboratórios cooperaram com empresas do Brasil, mas apenas um quarto com empresas do exterior, e que apenas 8,64% dos laboratórios são acreditados, logo, menos de 10% operam em conformidade com critérios técnicos e padrões internacionais. Em geral, equipar os laboratórios é relativamente barato, mas mantê-los é relativamente caro.

Da evidência econométrica ressalta-se que a cooperação com empresas no Brasil aumenta a probabilidade de ocorrência contínua de atividades de pesquisa, desenvolvimento de tecnologias e prestação de serviços tecnológicos, mas as atividades cooperativas não impactam a ocorrência contínua de atividades de ensino, de prestação de serviços técnico-científicos ou de combinação de atividades laboratoriais. Já a cooperação com empresas do exterior aumenta apenas a chance de ocorrência contínua de atividades de pesquisa. O fato do laboratório ser acreditado e, portanto, melhor preparado tecnicamente, *a priori*, que os outros, está positivamente associado a atividades contínuas de pesquisa, à prestação de serviços técnico-científicos e de serviços tecnológicos.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. D.; CHIANG, E. P.; JENSEN, J. L. The influence of federal laboratory R&D on industrial research. **The Review of Economics and Statistics**, v. 85, n. 4, p. 1.003-1.020, nov. 2013.
- BARROSO, H. M.; FERNANDES, I. R. Uma nota técnica sobre a criação de universidades, por categoria administrativa e gestão política. **Documento de Trabalho** n. 62. Observatório Universitário, dez. de 2006.
- BECKER, W.; DIETZ, J. R&D cooperation and innovation activities of firms: evidence for the German manufacturing industry. **Research Policy**, n. 33, p. 209-223, 2004.
- BUSH, V. Science: the endless frontier. **A Report to the President**. Washington, 1945.
- CASSIMAN, B.; VEUGELERS, R. In search of complementarity in innovation strategy: internal R&D and external knowledge acquisition. **Management Science**, n. 52, v. 1, p. 68-82, 2006.
- CGEE. Quadro de atores selecionados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia & Inovação. **Série Documentos Técnicos**. Brasília, jun. 2010.
- DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil: análises preliminares. **Nota Técnica** n. 21. Ipea: jun. 2014.
- DE MARCHI, V. Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms. **Research Policy**, n. 41, p. 614-623, 2012.
- EDQUIST, C. Systems of innovation: perspectives and challengers. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. **The Oxford handbook of innovation**, p. 181-208. Oxford University Press, 2005.
- MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. Universities in national innovation systems. In: _____. p. 209-239. Oxford University Press, 2005.
- OCDE. **General Report**. Gaps in technology. Paris, 1968.

_____. **Science, technology and industry outlook**, 2012.

ROBIN, S.; SCHUBERT, T. Cooperation with public research institutions and success in innovation: EVIDENCE FROM France and Germany. **Research Policy** n. 42, p. 149-166, 2013.

SCHMIEDEBERG, C. Complementarities of innovation activities: an empirical analysis of the German manufacturing sector. **Research Policy** n. 37, p. 1.492-1.503, 2008.

SOETE, L.; VERSPAGEN, B.; WELL, B. T. Systems of innovation. *In*: HALL, B. H.; ROSEMBERG, N. **Handbook of the economics of innovation**, p. 1.160-1.178. North Holland, 2010.

TETHER, B. S. Who co-operates for innovation, and why: an empirical analysis. **Research Policy** n. 31, p. 947-967, 2002.

TOMLINSON, P. R. Co-operative ties and innovation: some new evidence for UK manufacturing. **Research Policy** n. 39, p. 762-775, 2010.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Ipea

Revisão

Editorar Multimídia

Editoração

Editorar Multimídia

Capa

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

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

Livraria

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

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3315 5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Produzir, articular e disseminar conhecimento para aperfeiçoar as políticas públicas e contribuir para o planejamento do desenvolvimento brasileiro.



**Ipea – Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada**

SAE
SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS
PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA