

1901

TEXTO PARA DISCUSSÃO

RELAÇÕES UNIVERSIDADE-EMPRESA NO BRASIL: O PAPEL DA INFRAESTRUTURA PÚBLICA DE PESQUISA

Fernanda De Negri
Luiz Ricardo Cavalcante
Patrick Franco Alves

RELAÇÕES UNIVERSIDADE-EMPRESA NO BRASIL: O PAPEL DA INFRAESTRUTURA PÚBLICA DE PESQUISA*

Fernanda De Negri**

Luiz Ricardo Cavalcante***

Patrick Franco Alves****

* Os autores agradecem os comentários de Flavia de Holanda Schmidt e de Paulo Augusto Meyer M. Nascimento. Os erros e omissões são de responsabilidade dos autores.

** Diretora da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

*** Técnico de Planejamento e Pesquisa Diset do Ipea.

**** Pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diset do Ipea.

Governo Federal

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



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

Marcelo Côrtes Neri

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Renato Coelho Baumann das Neves

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

Rafael Guerreiro Osorio

Chefe de Gabinete

Sergei Suarez Dillon Soares

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

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

Texto para Discussão

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

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2013

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-
ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
CDD 330.908

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

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

JEL: O30; O31.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO7

2 ARTICULAÇÃO ENTRE PESQUISA CIENTÍFICA E INOVAÇÃO.....9

3 METODOLOGIA.....19

4 RESULTADOS.....28

5 CONCLUSÕES33

REFERÊNCIAS34

SINOPSE

Neste trabalho, discutem-se as relações universidade-empresa no sistema brasileiro de inovação, buscando analisar as características da infraestrutura de pesquisa que afetam sua propensão a interagir com o setor produtivo. Com base em regressões logísticas, procuram-se identificar, em um amplo conjunto de variáveis explicativas, as características da infraestrutura de pesquisa que aumentam sua probabilidade de prestação de serviços às empresas. Empregam-se, além dos dados primários coletados em um *survey* aplicado a uma amostra de instituições vinculadas ao Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI), dados relativos à produção científica dos pesquisadores disponíveis na plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a sua produção tecnológica disponíveis no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A escolha das variáveis explicativas ampara-se em uma breve revisão da literatura sobre o papel da infraestrutura de pesquisa nos sistemas de inovação. Esta revisão contempla ainda um breve histórico da interação recente entre a infraestrutura de pesquisa e o setor produtivo no Brasil com o propósito de amparar a discussão dos resultados obtidos. As principais conclusões do trabalho são: *i*) o porte do laboratório – medido pelo número de pesquisadores filiados – e a qualificação de sua equipe de pesquisa afetam de maneira positiva e significativa sua probabilidade de interagir com o setor produtivo; *ii*) laboratórios multidisciplinares tendem a interagir mais que laboratórios concentrados em uma única área de conhecimento; e *iii*) parece haver um *tradeoff* entre produção científica e pesquisa orientada para o mercado, uma vez que o número de artigos científicos publicados pelos pesquisadores que pertencem aos laboratórios é negativamente correlacionado com a probabilidade de prestar serviços às empresas.

Palavras-chave: interação universidade-empresa; ciência e tecnologia; sistema nacional de inovação.

ABSTRACTⁱ

This paper discusses the university-enterprise interactions in the Brazilian innovation system by focusing on the characteristics of the research infrastructure which affects its propensity to interact with the industrial sector. Logistic regressions have been used

ⁱ *The versions in English of the abstracts of this series have not been edited by Ipea's publishing department.*
As versões em língua inglesa das sinopses desta coleção não são objeto de revisão pelo Editorial do Ipea.

to identify, in a wide set of explanatory variables, the characteristics of the research infrastructure which increase its probability of supplying technological services to firms. Besides the primary data collected from a survey carried out in a sample of institutions related to the Brazilian Ministry of Science, Technology and Innovation (MCTI), data concerning the scientific and technological production of the researchers affiliated to each laboratory have also been used in the regressions. The choice of the explanatory variables was based in a brief literature review on the role of the research infrastructure in the national innovation systems. Aiming at supporting the discussion of the results of the regressions, this review also included a brief report of the recent interactions between the research infrastructure and the industrial sector in Brazil. The main findings of the logistic regressions are *i*) the size of the laboratory (as measured by the number of affiliated researchers) and of the qualification of its research team positively and significantly affects its propensity to interact with the industrial sector; *ii*) multidisciplinary laboratories tend to interact more with the industrial sector than laboratories focused on a single field of expertise; *iii*) there seems to be a tradeoff between scientific publications and market oriented research, since the number of papers published by the affiliated researchers is negatively correlated to the probability of supplying technological services to firms.

Keywords: university-enterprise interaction; science and technology; national innovation system.

1 INTRODUÇÃO

A existência de um amplo e moderno parque de pesquisa científica e tecnológica é um dos requisitos fundamentais para a produção de conhecimento em um país e um dos pilares do sistema nacional de inovação. Boa parte dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) realizados pelos países é proveniente de universidades e instituições públicas de pesquisa. No caso brasileiro, o setor público responde por cerca de metade do montante de 1,2% do produto interno bruto (PIB) que o país investe em P&D.

Ao longo da década de 2000, o volume de investimentos realizados na infraestrutura de pesquisa brasileira cresceu substancialmente, especialmente com os recursos do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio dos fundos setoriais, mas também com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) do Ministério da Educação (MEC), das fundações estaduais de amparo à pesquisa e empresas como a Petrobras.¹ De acordo com dados do MCTI,² no período entre 2001 e 2010, apenas o Fundo de Infraestrutura (CT-Infra) investiu aproximadamente R\$ 2 bilhões na implantação e recuperação da infraestrutura de pesquisa nas instituições públicas no país.

Além de um parque de pesquisa amplo e moderno, o bom desempenho do sistema de inovação requer um elevado grau de interação entre este parque de pesquisa e o setor produtivo doméstico. No caso brasileiro, apesar dos avanços observados na última década em termos da ampliação da produção científica brasileira e de alguns casos representativos de sucesso, o diagnóstico proposto por Sutz (2000), sobre o baixo nível de articulação entre universidades e empresas na América Latina, ainda parece aplicável.³ De fato, os reduzidos níveis de interação entre universidades e empresas – ou, mais precisamente, entre universidades e centros de pesquisa e o setor produtivo – no Brasil têm sido objeto de recorrentes análises, como em Suzigan, Albuquerque e Cario (2011).

1. Estudo recente elaborado pelo Ipea analisa os impactos dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) da Petrobras sobre as universidades e os centros de pesquisa no país e mostra sua representatividade no período recente (Turchi, De Negri e De Negri, 2013).

2. Disponível em: <<http://sigcti.mcti.gov.br/fundos/rel/ctl/ctl.php?act=projeto.fundo>>.

3. A esse respeito, ver, por exemplo, Viotti (2008) e Suzigan, Albuquerque e Cario (2011).

As razões para essa baixa interação podem ser encontradas, por um lado, em análises que enfatizam as características do setor produtivo brasileiro, bastante concentrado em setores de baixa intensidade tecnológica e que, portanto, demanda muito pouco do conhecimento produzido pelas instituições de pesquisa (De Negri, 2012). Alguns autores, por outro lado, focalizam os instrumentos de política que têm sido usados para fomentar este tipo de interação (Viotti, 2008; De Negri *et al.*, 2009; Cavalcante, 2011). A infraestrutura de pesquisa existente no país – que corresponde, neste trabalho, ao conjunto de ativos destinados às atividades de P&D existente em universidades e centros de pesquisa especializados⁴ – não tem sido, entretanto, um objeto frequente nas análises sobre o sistema brasileiro de inovação. A carência de análises desta natureza pode ser atribuída, pelo menos em parte, à falta de informações sistematizadas sobre a infraestrutura física de pesquisa disponível no país.

Neste trabalho, discute-se a relação entre universidades, centros de pesquisa e empresas no sistema brasileiro de inovação, buscando analisar como as características da infraestrutura de pesquisa afetam esta interação. O foco, neste momento serão as instituições de pesquisa vinculadas ao MCTI, sobre as quais se dispõe de informações sistematizadas. Este trabalho está estruturado em mais quatro seções além desta introdução. Na seção 2, apresenta-se uma breve revisão da literatura sobre o papel da infraestrutura de pesquisa, particularmente a pública, nos sistemas de inovação, bem como os principais elementos que a caracterizam e poderiam influenciar sua capacidade de interagir com o setor produtivo. Também se discute brevemente algumas características do parque de pesquisa brasileiro e sua interação com o setor produtivo. Na terceira seção, apresenta-se a metodologia empregada para o levantamento das informações sobre a infraestrutura de pesquisa disponível nas instituições de pesquisa vinculadas ao MCTI, por meio de um *survey* aplicado a estas instituições. Além disso, discutem-se os procedimentos econométricos adotados para analisar quais as características mais relevantes para explicar a interação entre estas instituições e o setor produtivo. Os resultados são discutidos na quarta seção. Finalmente, na seção 5, destacam-se as principais conclusões do trabalho e alguns apontamentos para uma agenda futura de pesquisa.

4. A definição aqui empregada é convergente com o conceito de *public R&D*, que Cohen, Nelson e Walsh (2002) associam a *universities and government reesearch labs*.

2 ARTICULAÇÃO ENTRE PESQUISA CIENTÍFICA E INOVAÇÃO⁵

Nesta seção, reúnem-se os fundamentos que amparam a definição da metodologia de pesquisa adotada e a interpretação dos resultados obtidos neste trabalho. Inicialmente, na subseção 2.1, destaca-se a importância da infraestrutura de pesquisa – e especialmente da sua capacidade em interagir com o setor produtivo – no desempenho dos sistemas de inovação. Argumenta-se ainda que, no contexto atual, a infraestrutura de pesquisa teria um papel ainda mais relevante que aquele desempenhado ao longo da segunda metade do século XX. Com base nestes elementos, discute-se, na subseção 2.2, a interação entre a infraestrutura de pesquisa e o setor produtivo no Brasil.

2.1 Articulação entre pesquisa científica e inovação: fatores intervenientes

A produção de conhecimento científico, a inovação e o crescimento da renda são variáveis, historicamente, profundamente correlacionadas. Esta relação positiva tem sido reforçada no período recente por diversos autores que ressaltam a crescente importância da produção científica no desenvolvimento de novas tecnologias (Cohen, Nelson e Walsh, 2002; Meyer, 2000). Narin, Hamilton e Olivastro (1997) identificam uma crescente interação entre a produção científica e tecnológica norte-americana ao mostrar, a partir da análise das patentes registradas no United States Patent and Trademark Office (USPTO), que é crescente o número de citações de artigos científicos nestas patentes. Além disso, os autores também verificaram que é maior a probabilidade de que as citações se refiram a publicações de pesquisadores da mesma nacionalidade do titular da patente.

Ao investigar os resultados de Narin, Hamilton e Olivastro (1997), Meyer (2000) argumenta que citações em patentes não indicam uma ligação científica direta da tecnologia, mas ilustram uma interação multifacetada entre ciência e tecnologia.⁶ De fato, apesar da estreita relação entre o conhecimento científico e a produção de novas tecnologias ser relativamente consensual, a forma como se manifesta e a direção pela qual se dá esta relação é interpretada de formas diversas pela literatura.

5. Esta seção apoia-se amplamente em De Negri e Cavalcante (2013).

6. "One major point this paper will make is that patent citations do not indicate a direct science link of technology, but illustrate the multifaceted interplay between science and technology".

Nesse sentido, ao longo das últimas décadas, a compreensão sobre a natureza do processo de inovação tem evoluído de uma concepção tipicamente linear para uma abordagem mais integrada. Esquemáticamente, distinguem-se dois modelos interpretativos básicos do processo de inovação:

- modelo linear, segundo o qual o processo de inovação ocorreria por etapas sucessivas das atividades de pesquisa básica e aplicada para o desenvolvimento experimental e, em seguida, para a produção e comercialização.⁷ Neste modelo, a manutenção da infraestrutura destinada às atividades de pesquisa básica é considerada uma função do setor público, que também deveria apoiar fortemente a pesquisa aplicada, realizada em institutos nacionais, cabendo às empresas a pesquisa tecnológica; e
- modelo sistêmico, que se apoia em uma concepção mais ampla e complexa do fenômeno da inovação, enfatizando a influência simultânea de fatores organizacionais, institucionais e econômicos nos processos de geração, difusão e uso de ciência, tecnologia e inovação (CT&I).⁸

Em cada um desses modelos, as proposições de políticas de CT&I assumem diferentes formatos. Enquanto no modelo linear a ênfase é colocada na oferta – ou seja, nas atividades de pesquisa que transbordariam de maneira espontânea para o setor produtivo; no modelo sistêmico, prevalecem prescrições voltadas para a articulação entre os diversos agentes envolvidos no processo.⁹ Freeman e Soete (1997), por exemplo, argumentam que, enquanto nas décadas de 1940 e 1950 a ênfase das políticas de CT&I recaía sobre a pesquisa básica, nas duas décadas seguintes prevaleceu o foco nas inovações incrementais e, nos anos 1980 e 1990, a difusão tecnológica tornou-se o objeto fundamental das ações propostas. Da mesma forma, Ruivo (1994 *apud* Guimarães, 2006) mostra como as políticas de CT&I também foram influenciadas por estes diferentes paradigmas. Assim, entre meados da década de 1940 até meados da década de 1960, as políticas de CT&I foram fortemente influenciadas pelo modelo linear e baseadas no paradigma de que a ciência seria o motor do progresso técnico. Ainda de acordo com Ruivo (1994 *apud* Guimarães,

7. O documento de referência para a caracterização do modelo linear é o relatório intitulado *Science: the endless frontier* elaborado por Vannevar Bush (1945).

8. Viotti (2003) menciona ainda o modelo “elo de cadeia”, que considera inovação o resultado da interação entre as oportunidades de mercado e a base de conhecimentos e capacitações do segmento produtivo, e o modelo de aprendizado tecnológico, que é uma extensão do modelo sistêmico que os autores julgam mais apropriada à compreensão da mudança técnica nos países de industrialização retardatária.

9. Isso, contudo, tem levado alguns autores a contestarem o que chamam de “caricatura” de modelo linear (Balconi *et al.*, 2010).

2006), nos vinte anos subsequentes, embora o modelo linear ainda prevalecesse, a governança do processo era dada pelo mercado e a ciência era vista como uma ferramenta para a solução de problemas da competitividade. Por fim, no terceiro período, que se inicia em meados da década de 1980, o modelo torna-se mais complexo e sistêmico, associando a oferta (ciência) com a demanda (mercado) e, neste contexto, a ciência adquire o papel de fonte de oportunidades estratégicas para o desenvolvimento.

Contemporaneamente, o modelo sistêmico tem fundamentado a formulação de políticas de CT&I, na maioria dos países, com base no conceito de sistema nacional de inovação que, essencialmente, diz respeito a uma rede de instituições públicas e privadas cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem tecnologias. Trata-se, portanto, de um conceito amplo que inclui tanto a infraestrutura de pesquisa quanto empresas, políticas públicas e aparatos regulatórios relativos à inovação e à propriedade intelectual.

Dessa forma, uma visão sistêmica do processo de inovação não deve ser confundida com a priorização das atividades de desenvolvimento tecnológico em detrimento da pesquisa científica. Na verdade, a questão fundamental seria articular a produção científica com a produção tecnológica e o sistema produtivo do país. Nas palavras de Suzigan, Albuquerque e Cario (2011), “as universidades e institutos de pesquisa produzem conhecimento científico que é absorvido pelas empresas, e estas acumulam conhecimento tecnológico, fornecendo questões para a elaboração científica”. Esta articulação e interação entre produção científica e desenvolvimento tecnológico, entre oferta e demanda de conhecimento, entre a pesquisa básica e aplicada e o desenvolvimento de novos produtos e processos seria, portanto, a chave de um sistema de inovação capaz de alavancar o desenvolvimento econômico dos países. Com efeito, Freeman (1995) argumenta que a fraca infraestrutura científica e tecnológica e seu reduzido relacionamento com o setor produtivo seriam, entre outros elementos que caracterizariam os sistemas de inovação latino-americanos *vis-à-vis* os asiáticos e que explicariam o sucesso destes últimos em relação aos primeiros.¹⁰

10. Freeman (1995) menciona ainda outros fatores no conjunto das desvantagens dos sistemas de inovação latino-americanos: *i)* o sistema educacional (especialmente a baixa formação de engenheiros); *ii)* a reduzida participação dos gastos empresariais em P&D nos gastos totais; e *iii)* o lento desenvolvimento de sistemas modernos de telecomunicações.

Mazzoleni e Nelson (2005) também argumentam que a importância do conhecimento produzido em universidades e instituições de pesquisa no processo de desenvolvimento econômico dos países tem se tornado cada vez maior. Para eles, os processos bem-sucedidos de *catching up* basearam-se em uma conjunção de fatores como: *i*) mobilidade de mão de obra qualificada entre países; *ii*) proteção e subsídios à indústria nascente; e *iii*) um fraco regime de propriedade intelectual que permitia às empresas domésticas apropriarem-se de tecnologias desenvolvidas externamente. Entretanto, na visão destes autores, mudanças regulatórias e institucionais – especialmente no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC) e do Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados com o Comércio (TRIPS, em seu acrônimo em inglês) – e o maior nível de integração das economias mundiais inviabilizam a utilização de estratégias baseadas nestes componentes. Em particular, medidas de proteção e subsídios à indústria nascente e um fraco regime de propriedade intelectual seriam estratégias pouco viáveis no contexto atual. Neste contexto, cresce ainda mais a importância das capacitações científicas e tecnológicas locais no processo de aproximação dos países em desenvolvimento aos países centrais, qualquer que seja a estratégia adotada por eles. Segundo Mazzoleni e Nelson (2005), “universidades domésticas e laboratórios públicos terão um papel cada vez mais importante como veículos pelos quais as tecnologias e formas de organização dos países centrais poderão ser dominadas pelos países em desenvolvimento” (tradução nossa).¹¹

Contudo, o potencial de articulação entre produção científica e setor produtivo é mediado por uma série de fatores, entre os quais as especificidades dos sistemas nacionais de inovação e da própria infraestrutura de pesquisa. Mazzoleni e Nelson (2005), por exemplo, argumentam que programas governamentais de suporte à pesquisa têm sido mais efetivos em casos bem-sucedidos de *catching up* quando: *i*) são orientados a uma comunidade de usuários; e *ii*) são desenhados para resolver problemas relevantes para determinados setores de atividade. Além disso, os autores argumentam que, nos diversos casos bem-sucedidos, a pesquisa pública faz parte de uma estrutura mais ampla destinada a aumentar a produtividade em um setor, envolvendo também educação e treinamento.

11. No original: “indigenous universities and public laboratories will play an increasingly important role as vehicles through which the technologies and organizational forms of the advanced countries come to be mastered in the developing ones”.

Além disso, a relevância da infraestrutura de pesquisa científica e para a inovação não é uniforme entre os setores. Cohen, Nelson e Walsh (2002) utilizam dados da pesquisa sobre P&D industrial da Carnegie Mellon sobre a contribuição das universidades e laboratórios governamentais na inovação industrial e concluem que:

- a pesquisa pública é importante, genericamente, em um amplo segmento da indústria de transformação, muito embora seus impactos mais substantivos sejam em um número limitado de segmentos, sendo o setor farmacêutico o mais importante;
- os canais mais importantes de acesso à pesquisa pública são pessoais – publicações, conferências e interações informais – mais que formais, como licenças ou acordos; e
- as grandes empresas tendem a utilizar mais a pesquisa pública que as pequenas.

Esses resultados, ao mostrarem que a pesquisa científica é utilizada de modo desigual entre os diferentes setores de atividade, apontam para um dos principais fatores condicionantes da interação entre pesquisa científica e inovação. A distribuição setorial da atividade econômica delimita o quanto o setor produtivo poderia apropriar do conhecimento produzido por um determinado tipo de infraestrutura de pesquisa. É evidente, por exemplo, que a pesquisa básica na área farmacêutica tem escassas possibilidades de aproveitamento em um país onde este setor não existe.

Além das limitações impostas pela “demanda” por conhecimento do setor produtivo, as próprias características da infraestrutura de pesquisa podem influenciar o nível de interação estabelecida com este setor. Instituições e centros de pesquisa não são homogêneos em sua organização e suas características são relevantes em termos de sua capacidade de produzir conhecimento aplicado à inovação e de interagir com o setor produtivo. Nas palavras de Stahler e Tash (1994),

eles [instituições e centros de pesquisa] variam enormemente em relação a várias dimensões, entre as quais: tamanho do suporte externo e da equipe de pesquisa; grau de separação entre os departamentos acadêmicos; nível de integração com a universidade; foco na multi e interdisciplinaridade; ênfase em pesquisa aplicada (tradução nossa).¹²

12. No original: “they vary enormously across a number of dimensions, some of which include: size of external support and research staff; the proportion of faculty versus professional staff researchers; level of separation from academic departments; level of integration with the university; level of interdisciplinary and multidisciplinary focus; relative emphasis on applied research”.

Nesse sentido, o estudo de Tornquist e Kallsen (1994) que procurou analisar as características das instituições que mais interagem com a indústria nos Estados Unidos, mostrou que “características particulares das universidades que podem influenciar a relação entre os dois setores incluem tamanho, recursos disponíveis, qualidade, prestígio, características institucionais, localização, e organização” (tradução nossa).¹³

Um primeiro elemento que pode influenciar substantivamente o potencial de interação com o setor produtivo são as áreas do conhecimento nas quais as instituições de pesquisa e seus laboratórios possuem mais competências. Assim, uma infraestrutura de pesquisa atuante em ciências da saúde estabeleceria com o setor produtivo um relacionamento distinto de uma outra cujas competências estivessem concentradas em engenharias. Recentemente, Lemos *et al.* (2009; 2010), ao analisarem a interação entre produção científica e as patentes registradas no United States Patent and Trademark Office (USPTO), verificaram que estudos científicos de algumas áreas do conhecimento, como física, matemática e engenharias, por exemplo, são mais citados nas patentes que outros. Ou seja, algumas áreas do conhecimento parecem ter um potencial maior de geração de tecnologias e inovações e uma infraestrutura de pesquisa especializada em determinadas áreas do conhecimento pode ter mais potencial de gerar tecnologias e inovações aplicadas ao setor produtivo.

A existência de ganhos de escala e escopo nas atividades de pesquisa é também um aspecto importante relacionado à potencial contribuição da infraestrutura de pesquisa para o desempenho do sistema nacional de inovação. Com efeito, pode-se argumentar que estas economias podem ampliar a eficiência da pesquisa científica e, portanto, dos recursos públicos alocados em seu financiamento. Vários estudos procuram identificar a importância da chamada *big-science* tanto na produtividade da produção científica quanto na produção de tecnologias e inovações aplicadas ao setor produtivo (Galison e Hevly, 1992; Autio, Hameri e Vuola, 2004; Vuola e Hameri, 2006). Para Autio, Hameri e Vuola (2004), grandes centros de pesquisa (*big-science centers*) possuem características que facilitarão a construção de relacionamentos com empresas. Esses centros constroem grandes laboratórios de pesquisa e trabalham em projetos abrangentes que podem ampliar o grau de coesão interna em seus objetivos de pesquisa. Este maior grau de coesão poderia facilitar a disponibilização de recursos internos (laboratorial e *expertise*) para as empresas.

13. No original: “particular characteristics of universities that may influence relationships between the two sectors include size, available resources, quality, prestige, institutional type, location, and organization”.

Dundar e Lewis (1995), por sua vez, encontram evidências tanto de economias de escala quanto de escopo nas atividades de ensino e pesquisa das universidades americanas. Bonaccorsi e Daraio (2005), por sua vez, citam uma série de estudos sobre a existência de economias de escala na produção de pesquisa e no ensino, mas alertam para a falta de consenso em relação a isto, uma vez que alguns estudos identificam economias de escala enquanto outros mostram retornos constantes.

Outro aspecto relacionado ao anterior diz respeito aos níveis de concentração da infraestrutura de pesquisa. Uma infraestrutura de pesquisa mais concentrada em um número menor de universidades e grandes centros de pesquisa, por exemplo, pode ter um desempenho distinto de outra mais dispersa em um número maior de instituições. No primeiro caso, pode-se supor que o relacionamento com empresas de maior porte seria facilitado, além dos ganhos de escala advindos desta configuração. No segundo caso, ações de difusão tecnológica poderiam ser favorecidas pela dispersão e capilaridade da infraestrutura de pesquisa existente.

É claro que não apenas as características das instituições e dos laboratórios contribuem para explicar a interação destes com o setor produtivo. D'Este e Patel (2007), por exemplo, argumentam que, ao explicar a variedade e a frequência destas interações, as características individuais dos pesquisadores possuem um impacto mais forte que as características dos seus departamentos e universidades.

Os elementos citados até aqui também não esgotam os fatores que podem caracterizar a infraestrutura de pesquisa e determinar seu maior ou menor impacto no desempenho do sistema de inovação e no desenvolvimento econômico. Elementos adicionais podem envolver, por exemplo, as fontes de financiamento empregadas (se estritamente públicas ou decorrentes da prestação de serviços a agentes privados, por exemplo), o modelo de gestão (mais verticalizado ou marcado por decisões colegiadas, por exemplo) e a atualização tecnológica dos equipamentos disponíveis, entre outros. Na seção empírica deste trabalho, procura-se explicar a interação dos laboratórios (infraestruturas de pesquisa) com empresas do setor produtivo a partir de alguns dos elementos discutidos até aqui. Antes disso, na próxima seção, apresenta-se uma breve discussão sobre a interação universidade-empresa no Brasil.

2.2 A interação entre pesquisa científica e inovação no Brasil

Apesar de avanços recentes, existe algum consenso na literatura de que a produção científica brasileira tem tido um desempenho superior ao dos indicadores de inovação, patentes e investimentos privados em P&D. Também parece relativamente consensual o diagnóstico de que ainda são baixos os níveis de interação entre a pesquisa acadêmica e a produção de tecnologias no setor produtivo. Segundo Suzigan e Albuquerque (2011), o caráter tardio da constituição do sistema brasileiro de inovação ajuda a explicar algumas de suas limitações na atualidade, entre elas, o ainda baixo nível de articulação entre universidades, centros de pesquisa e setor produtivo.

Embora a “primeira onda” de criação de instituições de ensino e pesquisa no país tenha se dado a partir da mudança da corte portuguesa para o Brasil em 1808 (Suzigan e Albuquerque, 2011), as primeiras tentativas relevantes de se criar universidades no país surgem na década de 1920 (Cunha, 1980; Suzigan e Albuquerque, 2011, Schwartzman, 1979) durante aquilo que Suzigan e Albuquerque (2011) denominaram “terceira onda” de instituições de ensino e pesquisa no Brasil. Nesse período, foram criadas a Universidade do Rio de Janeiro – a partir da reunião de faculdades, como a Escola Politécnica, de Medicina e de Direito –, em 1920, e a Universidade de São Paulo (USP), em 1934.

No fim dos anos 1940, foram criadas algumas instituições importantes, tais como o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), em 1949 e, em 1950, o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA).¹⁴ Entretanto, é a criação da Capes¹⁵ e do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq),¹⁶ no início da década de 1950, que marcou o início das ações governamentais explicitamente direcionadas ao apoio às atividades de CT&I no Brasil. Para Guimarães (2002), a constituição do parque brasileiro de CT&I nesse período foi fortemente inspirada pelo modelo linear de inovação e as ações de fomento da Capes e do CNPq foram baseadas no atendimento à demanda dos pesquisadores, considerando essencialmente o mérito acadêmico e

14. Inicialmente chamado de Centro Técnico da Aeronáutica, o CTA seria mais tarde rebatizado em algumas ocasiões, sendo, desde 2009, o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Sobre sua criação, “O plano do Prof. Smith referia-se a algo mais amplo do que exclusivamente uma Escola Superior, propondo uma integração de atividades em Ciência e Tecnologia no campo aeronáutico, que o Brasil ainda não detinha.” Disponível em: <http://www.cta.br/hist_plano_cria.php>.

15. Mais tarde denominada Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, mantendo a sigla.

16. Depois denominado Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, também preservando a sigla original.

descartando observações adicionais sobre relevância ou priorização de áreas de pesquisa. Ainda de acordo com Guimarães (2002), a Capes e o CNPq ainda “conservam com bastante nitidez suas concepções de origem, seja na hegemonia do apoio à pesquisa básica, seja no fomento baseado numa demanda estabelecida num ‘livre-mercado’ de talentos, seja no relacionamento direto com os pesquisadores”.

A evolução da compreensão acerca do processo de inovação provocou uma mudança na estrutura do governo federal e levou, no final da década de 1960, à criação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) para institucionalizar o Fundo de Financiamento de Estudos de Projetos e Programas, que havia sido estabelecido em 1965. Porém, mesmo que do ponto de vista de sua missão institucional a FINEP fosse distinta das agências de fomento à pesquisa e de formação de recursos humanos, como a Capes e o CNPq, sua atuação inicial privilegiou a pesquisa científica e foi essencialmente voltada para o financiamento da implantação de programas de pós-graduação nas universidades brasileiras.

A partir da década de 1970, passaram a ser produzidos os Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCTs), que buscaram articular as metas e as ações na área de CT&I aos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PNDs). No II PBDCT, por exemplo, indicava-se explicitamente o seu objetivo: “transformar a ciência e tecnologia em força motora do processo de desenvolvimento e modernização do país, industrial, econômica e socialmente” (Salles Filho, 2003, p. 183). Apesar deste discurso, não restam dúvidas de que as políticas de CT&I desenvolveram-se com base em “interesses e percepções que certamente eram periféricos ao núcleo do modelo de desenvolvimento via substituição de importações” (Viotti, 2008, p. 141). Dessa forma, em que pesem algumas iniciativas de integração entre o setor produtivo e as universidades e os centros de pesquisa, prevaleceram, na prática, políticas que se apoiavam no modelo linear de inovação.

A partir da década de 1990, cristalizou-se, no Brasil, uma visão de que seria preciso incentivar a inovação no setor produtivo no país. Neste contexto, surge a preocupação com projetos que envolvessem instituições de pesquisa e o setor produtivo e são criados mecanismos de incentivos fiscais à P&D nas empresas (PDTI e PDTA); além dos fundos setoriais, no final dos anos 1990 – a este respeito, ver Pacheco (2007). Como pano de fundo da criação dos fundos setoriais estava o objetivo de “estimular

processos mais intensivos de modernização tecnológica nas empresas e criar um ambiente institucional mais favorável ao aprofundamento da cooperação entre os agentes públicos da área de ciência e tecnologia e o setor produtivo” (Morais, 2008, p. 67).

Apesar da crescente preocupação em ampliar as conexões entre a produção científica brasileira e a inovação no setor produtivo, as últimas décadas são marcadas pelo descolamento dos indicadores nacionais de produção científica e produção tecnológica. De fato, a publicação de artigos brasileiros em periódicos científicos internacionais indexados no Institute for Scientific Information (ISI) alcançou cerca de 250 artigos por milhão de habitantes, convergindo para a média mundial e levando a participação do país na produção científica mundial ultrapassar 2,5% no final da década de 2000. Por sua vez, a participação do país nas concessões de patentes depositadas no USPTO é da ordem de 0,1% do total mundial. Ao longo de toda a série de dados disponíveis, o Brasil não superou a marca de 200 patentes por ano, contra alguns milhares da Coreia do Sul, por exemplo, no período mais recente. Assim, embora muitos dos instrumentos criados no período recente pretendessem adotar uma perspectiva mais sistêmica do processo de inovação, há indícios que o modelo, em vários casos, tenha permanecido “bipolar”, isto é, caracterizado por um polo nas universidades e nos centros de pesquisa e outro no setor produtivo.

Esses dados reafirmam a necessidade de mais integração entre a infraestrutura de pesquisa e o setor produtivo no país. Esta aparente desconexão é um dos elementos que caracterizariam, na visão de Albuquerque (2003), os chamados sistemas de inovação imaturos peculiares a países em posição intermediária, como o Brasil. Para este autor, a baixa conexão entre ciência (universidades) e tecnologia (empresas) seria um dos atributos típicos do sistema brasileiro de inovação. Segundo Suzigan e Albuquerque (2011), “uma das características de sistemas de inovação nessa posição intermediária é a existência de instituições de pesquisa e ensino construídas, mas que ainda não conseguem mobilizar contingentes de pesquisadores, cientistas e engenheiros em proporções semelhantes às dos países mais desenvolvidos”. No caso brasileiro, estes autores argumentam que existe um padrão relativamente circunscrito de interação entre universidade e empresas, em que existem apenas pontos localizados de interação entre as dimensões científica e tecnológica. Este padrão de interação tem suas raízes históricas, para os autores, “no caráter tardio da criação das instituições de pesquisa e universidades no país”, como mencionado, e “no caráter tardio da industrialização brasileira”.

De fato, são poucos os exemplos bem-sucedidos de interação entre infraestrutura de pesquisa e setor produtivo no Brasil. Os exemplos comumente citados são: *i)* a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); *ii)* o complexo de pesquisas ligado ao setor aeronáutico – o ITA e o CTA,¹⁷ além do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe); *iii)* a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz); *iv)* o complexo de pesquisa associado ao setor de Petróleo no Rio de Janeiro, do qual fazem parte do Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes) e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE). Em todos estes casos, em sua constituição, aparentemente estas instituições de pesquisa públicas foram orientadas a uma comunidade de usuários e/ou desenhadas para resolver problemas relevantes de determinados setores de atividade, nos termos de Mazzoleni e Nelson (2005). A existência de demandas claramente definidas do setor produtivo parece ter contribuído para que estas iniciativas superassem o “baixo grau de indução” das políticas de CT&I, identificado por Guimarães (2002; 2006).

Até que ponto as características das instituições, de seus laboratórios e pesquisadores podem ajudar a explicar uma maior propensão à interação com o setor produtivo é a questão que este estudo procurará responder nas próximas seções, a partir de informações de um conjunto selecionado de instituições vinculadas ao MCTI. Advoga-se, neste trabalho, que as características da infraestrutura de pesquisa podem ajudar a entender as razões da baixa interação entre a dimensão científica e a dimensão tecnológica no país.

3 METODOLOGIA

O objetivo desta seção é apresentar os procedimentos metodológicos adotados para identificar as características da infraestrutura de pesquisa que afetam sua propensão a interagir com o setor produtivo. Inicialmente, na subseção 3.1, discutem-se os procedimentos adotados para a obtenção da base de dados empregada. Em seguida, na subseção 3.2, descreve-se a modelagem adotada na pesquisa.

17. Embora essas instituições tenham sido criadas antes da existência de um setor aeronáutico no país, elas parecem ter sido fundamentais para o desempenho tecnológico do setor no período posterior.

3.1 Descrição da base de dados¹⁸

Os dados sobre as características da infraestrutura de pesquisa pública vinculada ao MCTI foram obtidos em um *survey* aplicado a estas instituições de pesquisa. A infraestrutura de pesquisa do MCTI está distribuída em quatorze unidades de pesquisa (UPs), em três organizações sociais que possuem contratos de gestão com o ministério, e em cinco instituições de pesquisa subordinadas à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A maioria destas instituições é mais antiga que o próprio ministério e, até 1999, boa parte delas encontrava-se vinculada a outros ministérios ou ao CNPq. O conjunto destas instituições de pesquisa teve, segundo dados do MCTI, em 2011, um orçamento da ordem de R\$ 350 milhões. Estas instituições estão localizadas em vários estados brasileiros, embora exista uma forte concentração no Rio de Janeiro e em São Paulo.

O *survey* foi realizado por meio do envio, para os dirigentes das instituições, de um questionário composto de 21 questões, a maior parte delas é composta por questões fechadas em que o respondente escolheria as respostas entre as alternativas disponíveis. Estes dirigentes apontaram o número total de laboratórios – ou infraestruturas de pesquisa – disponível na instituição e encaminharam os questionários para serem respondidos pelos coordenadores dos laboratórios, dado que a orientação metodológica da pesquisa era de que os coordenadores dos laboratórios deveriam ser os respondentes. Em paralelo, a equipe do MCTI responsável pela pesquisa visitou as instituições a fim de apresentar o questionário e esclarecer, junto aos coordenadores dos laboratórios, as eventuais dúvidas sobre o preenchimento. O processo de preenchimento de sensibilização das instituições e preenchimento dos questionários durou aproximadamente seis meses.¹⁹

O questionário utilizado na pesquisa foi desenhado para captar informações relevantes de infraestruturas tipicamente laboratoriais, incluindo os laboratórios propriamente ditos e outras infraestruturas de natureza semelhante, como plantas-piloto, biotérios e observatórios etc.²⁰ O questionário foi estruturado em quatro

18. Trechos dessa subseção foram extraídos de De Negri e Ribeiro (2013).

19. Detalhes sobre a pesquisa e seus resultados podem ser encontrados em relatório disponível no *site* do MCTI (De Negri *et al.*, 2013).

20. Por esse motivo, no decorrer deste texto, a expressão *infraestrutura de pesquisa* é utilizada como sinônimo de *laboratório*.

módulos, com questões que abordavam diversos aspectos das infraestruturas de pesquisa e que deveriam ser respondidas pelos seus respectivos coordenadores. O primeiro módulo buscava trazer informações gerais sobre o laboratório ou infraestrutura, tais como: identificação, coordenação, descrição, áreas de atuação e linhas de pesquisa. O segundo módulo, relativo à operação da infraestrutura, procurou levantar informações sobre a equipe técnico-científica do laboratório e/ou infraestrutura, sobre a utilização das instalações e dos equipamentos por usuários externos e sobre as principais atividades e tipos de cooperação desenvolvidos pelo laboratório no ano anterior. Informações sobre o valor estimado da infraestrutura, bem como dados sobre suas fontes de receitas e custos operacionais, foram levantadas no terceiro módulo. O último módulo do questionário traz uma avaliação subjetiva do coordenador sobre as condições atuais da infraestrutura pesquisada. Finalmente, foi perguntado a respeito de quando ocorreu o último investimento de vulto na infraestrutura que, no questionário, foi definido ao equivalente a pelo menos 10% do valor total do laboratório e/ou infraestrutura em questão.

Além das informações coletadas no *survey*, foram utilizados dados secundários relativos à produção científica e tecnológica dos pesquisadores vinculados aos laboratórios entrevistados. Estes dados estão disponíveis na plataforma Lattes do CNPq, no caso da produção científica e, para a produção tecnológica, foram utilizados os depósitos de patentes dos membros da equipe do laboratório, que estão disponíveis no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Conforme mostrado na tabela 1, foram respondidos 196 questionários representativos de diferentes tipos de infraestruturas de pesquisa, incluindo laboratórios, biotérios, plantas-piloto, estações ou redes de monitoramento – meteorológica, sísmica etc. –, observatórios, centros e divisões de pesquisa. Com exceção de quatro instituições, todas as demais enviaram questionários respondidos, o que sugere uma ampla cobertura da pesquisa do ponto de vista das instituições. Não é possível saber precisamente, entretanto, qual foi a taxa de resposta em cada uma das instituições. Infelizmente, a maior parte delas não dispõe de um inventário completo sobre quantos e quais são os laboratórios disponíveis, tornando o universo da pesquisa desconhecido *a priori*. Um dos propósitos do *survey* era, justamente, o de superar esta lacuna de informação.

TABELA 1
Número de questionários respondidos para cada uma das instituições de pesquisa consultadas no levantamento – laboratórios e demais infraestruturas de pesquisa

Unidades de pesquisa		Questionários respondidos
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	CBPF	7
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer	CTI	7
Centro de Tecnologia Mineral	Cetem	6
Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste	Cetene	5
Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia	IBICT ¹	–
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	INPA	19
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	INPE	27
Instituto Nacional de Tecnologia	INT	7
Instituto Nacional do Semiárido	Insa	0
Laboratório Nacional de Astrofísica	LNA	1
Laboratório Nacional de Computação Científica	LNCC	6
Museu de Astronomia e Ciências Afins	MAST	3
Museu Paraense Emílio Goeldi	MPEG	5
Observatório Nacional	ON	10
Organizações sociais		Questionários respondidos
Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais	CNPEM	10
Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá	IDSIM	7
Instituto de Matemática Pura e Aplicada	Impa	3
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos	CGEE ¹	–
Unidades de pesquisa vinculadas à CNEN		Questionários respondidos
Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear	CDTN	32
Centro Regional de Ciências Nucleares	CRCN	1
Instituto de Engenharia Nuclear	IEN	11
Instituto de Radioproteção e Dosimetria	IRD	0
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares	Ipen	29
Total		196

Fonte: ASCAV/SEXEC/MCTI, a partir de questionários aplicados aos coordenadores de laboratórios das instituições de pesquisa vinculadas ao MCTI (De Negri e Ribeiro, 2013).
 Nota: ¹ IBICT e CGEE não responderam ao questionário por não fazerem parte do escopo inicialmente definido para o projeto.

De acordo com os dados obtidos, a equipe técnica dos 196 laboratórios pesquisados era composta, em 2011, por quase três mil profissionais. Deste total, 1.363 eram pesquisadores, 762 estudantes de pós-graduação e 871 técnicos de nível médio ou superior. Assim, cada infraestrutura contava, em média, com cerca de sete pesquisadores, quatro estudantes e cinco técnicos. Do total de pesquisadores das instituições analisadas, 55% eram doutores, 21% mestres, 6% especialistas e 18% graduados. Entretanto, os dados revelam variações significativas nos níveis de qualificação dos pesquisadores entre as diferentes instituições.

A tabela 2 mostra a distribuição dos laboratórios e o número de pesquisadores segundo as grandes áreas do conhecimento do laboratório.

TABELA 2
Distribuição das infraestruturas e laboratórios pesquisados e número de pesquisadores (2011)

Grande área	Número de infraestruturas	%	Número de pesquisadores ³	%
Ciências agrárias	13	5	119	6
Ciências biológicas	37	14	233	11
Ciências da saúde	14	5	74	4
Ciências exatas e da terra	102	39	793	38
Ciências humanas ¹	4	2	15	1
Ciências sociais aplicadas ¹	4	2	32	2
Engenharias	88	34	812	39
Total ²	262	100	2078	100

Fonte: ASCAV/SEXEC/MCTI, a partir de questionários aplicados aos coordenadores de laboratórios das instituições de pesquisa vinculadas ao MCTI (De Negri e Ribeiro, 2013).

Notas: ¹ Apesar dessas áreas não terem sido foco da pesquisa, como foi dito, existem alguns laboratórios, a exemplo dos do MAST, que atuam também nestas áreas.

² O somatório de pesquisadores e infraestruturas apresentado na tabela é maior que o número de pesquisadores e laboratórios porque muitos deles são multidisciplinares e atuam em mais de uma área do conhecimento.

³ A área de conhecimento é a que a infraestrutura e/ou laboratório declarou atuar e não a área de formação do pesquisador.

Pode-se observar que as ciências exatas e da terra e as engenharias são predominantes, dado que são as áreas de atuação de, respectivamente, 39% e 34% do total das infraestruturas pesquisadas. As ciências biológicas constituem a área de atuação de 14% das infraestruturas pesquisadas e as ciências agrárias e da saúde respondem por apenas 5% cada uma. A baixa participação destas áreas nas instituições de pesquisa do MCTI se explica, entre outros fatores, pelo fato de, historicamente, as instituições de pesquisa com atuação mais relevantes nestas áreas estarem vinculadas aos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) – como a Embrapa – e da Saúde (MS) – como é o caso da Fiocruz.

3.2 Modelos econométricos

A estimação de um modelo econométrico visa investigar que características das instituições e seus laboratórios influenciam sua interação com o setor produtivo. Vários elementos importantes para esta interação foram discutidos na seção 2 e, na medida da disponibilidade de informações, serão utilizados para explicar a interação entre os laboratórios pesquisados e empresas.

A fim de mensurar a interação com o setor produtivo, podem ser utilizadas duas variáveis existentes no questionário. A primeira – considerada a principal neste texto – diz respeito à prestação, por parte do laboratório, de algum tipo de serviço tecnológico às empresas em 2011, que foi o ano-base da pesquisa. O questionário pergunta aos coordenadores dos laboratórios se, em 2011, o laboratório prestou algum tipo de serviço para empresas, governo ou outros pesquisadores e quais os tipos serviços prestados. No questionário, esta variável é definida como a “prestação – por meio de um instrumento formal e mediante alguma forma de remuneração – de um serviço tecnológico, de pesquisa ou de apoio à inovação, incluindo tanto serviços relativos à Tecnologia Industrial Básica quanto serviços criativos voltados ao desenvolvimento de novos produtos ou processos”.

Adicionalmente a essa variável, utilizou-se também outra informação coletada no questionário que pergunta o nome e o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) das empresas para os quais o laboratório prestou serviços. Esta variável binária que assume o valor 1 – ou seja, o laboratório presta serviço a empresas – para os laboratórios que prestaram esta informação e foi utilizada apenas para dar mais segurança aos resultados obtidos com a variável anterior, por duas razões principais. Em primeiro lugar, algumas vezes o coordenador do laboratório pode não estar disposto a informar o nome ou o CNPJ da empresa para a qual prestou serviços, o que pode subestimar as interações entre os laboratórios e as empresas. Existem casos em que o coordenador afirma, na questão anterior, ter prestado serviços a empresas, mas o nome e CNPJ informado pertencem a outras universidades ou instituições de pesquisa. Para corrigir este problema, utilizou-se uma definição de empresa baseada em informações sobre natureza jurídica e setor de atividade econômica daquele CNPJ, ambas as informações disponíveis na Relação Anual de Informações Sociais (Rais) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Entre os CNPJs citados pelos coordenadores, foram consideradas empresas apenas aquelas classificadas como empresas públicas ou privadas. Não foram considerados os CNPJs que, embora tenham se declarado na Rais como empresas públicas ou privadas, estão nos setores: *administração pública* (CNAE 84) *educação* (CNAE 85) e *atividades de organizações associativas* (CNAE 94). Esta correção evita, por exemplo, que prestação de serviços para outras instituições de ensino e pesquisa sejam consideradas como interação entre o laboratório e empresas do setor produtivo.

Dessa forma, existem duas variáveis que podem ser utilizadas como dependentes no modelo, a fim de captar a interação da infraestrutura de pesquisa com o setor produtivo:

- se o laboratório prestou algum tipo de serviço tecnológico às empresas, em 2011, conforme declarado pelo coordenador no questionário; e
- identificação de empresas para as quais o laboratório prestou serviços ao longo de 2011.

Dado que ambas as variáveis são binárias, foi utilizado um modelo logístico para explicar a propensão dos laboratórios analisados a interagir com empresas por meio da prestação de serviços técnicos ou científicos.

As variáveis explicativas utilizadas foram, em grande medida, inspiradas na literatura revisada na seção 2, particularmente na seção 2.1. O quadro 1, a seguir, mostra quais são elas e qual a fonte destas informações.

QUADRO 1

Nome e descrição das variáveis explicativas usadas nas especificações dos modelos

Nome	Descrição	Fonte da informação
N_PESQUISADORES	Número de pesquisadores que trabalham no laboratório.	Questionário
%_MESTRES_DOUTORES	Porcentagem de pesquisadores com mestrado ou doutorado trabalhando no laboratório.	Questionário
N_PATENTES	Número de patentes depositadas por pesquisadores do laboratório, obtido do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) entre 1994 e 2008.	INPI
LN_ARTIGOS	Logaritmo do número de artigos científicos publicados em periódicos pela equipe do laboratório, disponível nos currículos da Plataforma Lattes entre 1994 e 2008.	Plataforma Lattes
LN_EQUIPAMENTOS	Logaritmo do valor total do conjunto de equipamentos de pesquisa disponíveis no laboratório.	Questionário
ACREDITAÇÃO ¹	Variável binária que caracteriza laboratórios acreditados para realizar atividades específicas de testes e ensaios.	Questionário
MULTIUSUÁRIO	Variável binária para laboratórios abertos à utilização por usuários externos. ²	Questionário
INVESTIMENTO_RECENTE	Variável binária que indica se o laboratório recebeu significativos investimentos em ampliação ou modernização nos últimos 5 anos (investimento significativo foi definido, no questionário, sendo igual ou superior a 10% do valor total estimado do laboratório).	Questionário
ENGENHARIAS	Variável binária para laboratórios nas áreas de engenharias.	Questionário
EXATAS	Variável binária para laboratórios nas áreas de ciências exatas e da terra.	Questionário
MULTIDISCIPLINAR	Variável binária para laboratórios multidisciplinares.	Questionário
OS	Variável binária para as três organizações sociais presentes no levantamento.	Questionário

Elaboração dos autores, a partir de questionários aplicados aos coordenadores de laboratórios das instituições de pesquisa vinculadas ao MCTI.

Notas: ¹ Reconhecimento formal, concedido por um organismo autorizado, de que o laboratório e/ou infraestrutura foi avaliado, segundo guias e normas nacionais e internacionais e tem competência técnica e gerencial para realizar tarefas específicas de avaliação de conformidade para terceiros.

² Entende-se por "usuário externo" aquele pesquisador que utilizou os serviços ou os equipamentos do laboratório no ano-base, e não faz parte da equipe de pesquisadores, técnicos ou estudantes do próprio laboratório e/ou infraestrutura. Ou seja, são pesquisadores vinculados a outras instituições, no Brasil ou no exterior, ou a outros departamentos da própria instituição que não fazem parte da equipe do laboratório e/ou infraestrutura.

A variável relativa ao número de pesquisadores, assim como o valor do conjunto dos equipamentos de pesquisa do laboratório buscam mensurar até que ponto grandes centros de pesquisa possuem mais probabilidade de interagir com empresas, nos termos apontado na literatura sobre *big science* (Galison e Hevly, 1992; Autio, Hameri e Vuola, 2004; Vuola e Hameri, 2006). É claro que estas variáveis têm limitações para mensurar economias de escala na produção tecnológica, tal como foi feito por Dunder e Lewis (1995) ou por Cohn, Rhine e Santos (1989). Também é de se esperar que, independentemente da existência de ganhos de escala, um maior número de pesquisadores amplie a probabilidade de interação do laboratório com empresas pelo simples efeito das redes individuais de relacionamento de cada pesquisador. Ainda assim, é interessante verificar até que ponto uma equipe maior amplia as chances de interação, bem como é fundamental utilizar esta variável como variável de controle, para evitar efeitos desta dimensão sobre os demais parâmetros estimados.

A variável que mede a porcentagem de mestres e doutores no laboratório procura medir o efeito do maior nível de qualificação da equipe sobre a interação com as empresas, dado que alguns estudos apontam as características dos pesquisadores como mais relevantes que a das próprias instituições (D'Este e Patel, 2007). Da mesma forma, procura-se verificar o estoque de produção científica e tecnológica (patentes) dos pesquisadores da equipe para analisar até que ponto estas variáveis contribuem para a maior interação com empresas. São utilizados dados sobre o estoque de publicações e patentes da equipe do laboratório até 2008, que são os dados mais recentes disponíveis. Como se trata do estoque e o período é relativamente longo – de 1994 a 2008 – a utilização de informações mais atuais não alteraria substantivamente o resultado.

Espera-se que laboratórios acreditados, pelos órgãos responsáveis, para prestar determinados serviços técnicos e científicos sejam mais propensos a interagir com empresas. Por isso, é utilizada no modelo uma variável binária que identifica os laboratórios acreditados. Outra variável relevante é o fato de o laboratório ser multiusuário, ou seja, ser aberto à utilização por pesquisadores de outras instituições.

A variável que capta se o laboratório teve algum investimento de vulto no período recente pode obter o grau de atualização tecnológica das instalações de pesquisa, por isso também foi incluída na análise. O modelo também utiliza variáveis binárias para captar a área científica de especialização do laboratório. Como a maior parte dos

laboratórios analisados são das ciências exatas e da terra, das engenharias ou multidisciplinares, estas foram as variáveis utilizadas. Os resultados destas variáveis devem ser interpretados, portanto, em relação à todas as demais áreas do conhecimento em seu conjunto. Por fim, a última variável procura medir se as organizações sociais possuem desempenho diferenciado das demais instituições, em razão dos menores entraves burocráticos enfrentados por este tipo de organização.

Uma vez detalhadas as variáveis dependentes e explicativas, foram ajustados dois modelos probabilísticos alternativos para investigar se as características dos laboratórios explicam sua propensão a interagir com empresas.

O primeiro modelo probabilístico foi usado de acordo com as especificações a seguir.

$$IP_i^* = \mathbf{w}'_i \gamma + u_i \quad (1)$$

$$IP_i = \begin{cases} 1 & \text{if } IP_i^* > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} IP(IP_i = 1) = \exp(\mathbf{w}'_i \gamma) / 1 + \exp(\mathbf{w}'_i \gamma) \\ IP(IP_i = 0) = 1 - [\exp(\mathbf{w}'_i \gamma) / 1 + \exp(\mathbf{w}'_i \gamma)] \end{cases} \quad (3)$$

Onde:

IP_i^* : corresponde a uma das duas variáveis dependentes alternativas, que identificam a provisão de serviços pelo laboratório i .

$\mathbf{w}'_i \gamma$: vetor de variáveis explicativas incluídas no quadro 1, quais sejam: N_PESQUISADORES; %_MESTRES_DOUTORES; N_PATENTES; LN_ARTIGOS; LN_EQUIPAMENTOS; ACREDITAÇÃO; MULTIUSUÁRIO; INVESTIMENTO_RECENTE; ENGENHARIAS; EXATAS; MULTIDISCIPLINAR; OS.

É plausível que unidades laboratoriais em uma mesma instituição possam apresentar alguma correlação entre si, em virtude de políticas específicas da instituição, por exemplo, fato não capturado no modelo anterior. Por isso, ajustou-se também um modelo logístico hierárquico que visa capturar nas estimações possíveis correlações

existentes entre as unidades laboratoriais de uma mesma instituição (Dai, Li e Rocke, 2006). O modelo logístico hierárquico possui a seguinte estrutura geral:

$$IP_{ij}^* = \mathbf{w}'_{ij}\gamma + \alpha_j + u_{ij} \quad (4)$$

$$IP_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } IP_{ij}^* > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} IP(IP_i = 1) = \exp(\mathbf{w}'_{ij}\gamma + \alpha_j) / 1 + \exp(\mathbf{w}'_{ij}\gamma + \alpha_j) \\ IP(IP_i = 0) = 1 - [\exp(\mathbf{w}'_{ij}\gamma + \alpha_j) / 1 + \exp(\mathbf{w}'_{ij}\gamma + \alpha_j)] \end{cases} \quad (6)$$

Onde:

IP_i^* : corresponde à provisão de serviços pelo laboratório i .

$\mathbf{w}'_i\gamma$: vetor de variáveis explicativas, igual ao do modelo anterior.

α_j : efeito aleatório associado aos diferentes níveis hierárquicos das instituições e dos laboratórios.

4 RESULTADOS

A primeira informação relevante a ser apresentada diz respeito ao número de laboratórios, cujos coordenadores declararam prestar serviços para empresas e quais os serviços mais frequentes.

Os resultados (tabela 3) mostraram que 120 – ou 61% da amostra – laboratórios prestaram algum tipo de serviço e, neste conjunto, 82 prestaram serviços às empresas. Os serviços mais comuns foram *ensaios e testes e consultoria e assessoria*, seguidos por serviços de desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos e produtos.

Além dos laboratórios que declararam ter prestado serviços às empresas, muitos também informaram o nome e o CNPJ das empresas atendidas. Alguns CNPJs pertenciam a universidades e instituições de pesquisa e foram, portanto, retirados da amostra. Restaram então 61 laboratórios que declararam como clientes, empresas do setor produtivo.

TABELA 3
Número de laboratórios e infraestruturas pesquisados que prestaram serviços técnico-científicos, segundo o tipo de serviço prestado e o público atendido (2011)

Tipo de serviço prestado	Público atendido				
	Total ³	Empresas	Pesquisadores	Governo	Outro
Consultoria e assessoria técnico-científicas ¹	64	44	44	30	15
Ensaio e testes	64	40	52	26	12
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos	50	30	38	17	6
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos	44	28	23	16	7
Análise de materiais	38	28	34	14	11
Análise de propriedades físico-químicas	33	26	28	14	0
Elaboração e testes de protótipos	30	15	18	13	1
Outro	22	10	14	9	9
Informação tecnológica	19	9	17	9	8
Serviços ambientais ²	18	10	14	12	4
Calibração	15	7	10	7	1
Metrologia	10	6	5	8	1
Exames laboratoriais	8	1	6	3	0
Certificação	7	5	3	2	0
Inspeção	7	2	6	2	1
Manutenção de equipamentos científicos	7	2	4	5	0
Escalonamento (<i>scale up</i>)	3	3	0	1	1
Acesso a banco de células, microrganismos, etc.	1	0	1	1	0
Total ³	120	82	95	65	42

Fonte: ASCAV/SEXEC/MCTI, a partir de questionários aplicados aos coordenadores de laboratórios das instituições de pesquisa vinculadas ao MCTI (De Negri e Ribeiro, 2013).
Notas: ¹ Inclui, entre outros, os seguintes serviços: pareceres técnico-científicos; assessoria para aquisição e transferência de tecnologia; diagnóstico de produto ou processo; avaliação e pedido de registro de propriedade intelectual; elaboração de projetos de inovação; resposta técnica de alta complexidade, etc.

² Inclui, entre outros, os seguintes serviços: levantamentos ambientais; inventários ambientais; auditorias ambientais; atividades de monitoramento ambiental; georreferenciamento etc.

³ O número total de laboratórios e/ou infraestruturas que prestam serviços não corresponde a soma dos valores das que prestam cada tipo de serviço isoladamente, pois um mesmo laboratório e/ou infraestrutura pode prestar mais de um tipo de serviço. O mesmo vale para o público atendido.

A tabela 4 mostra alguns indicadores selecionados para os dois grupos de laboratórios, os que prestaram e que não prestaram serviços, segundo os dois critérios utilizados. Em ambos os casos, o número de laboratórios acreditados e multidisciplinares é maior no grupo que prestou algum tipo de serviço às empresas. O mesmo ocorre com o número de depósitos de patentes dos pesquisadores que pertencem aos laboratórios que prestaram serviços às empresas. Por sua vez, os resultados indicam que o número de artigos científicos publicados pelos pesquisadores que pertencem aos laboratórios que prestaram serviços às empresas é proporcionalmente menor, o que pode sugerir

um *tradeoff* entre produção científica e produção tecnológica. Com relação às demais variáveis, os resultados não parecem indicar uma tendência clara.

TABELA 4
Características selecionadas dos laboratórios que prestaram e que não prestaram serviços às empresas (2011)

Variável	O laboratório declarou que presta serviços tecnológicos a empresas		O laboratório informou o nome das empresas para as quais prestou serviços	
	Não	Sim	Não	Sim
Número de laboratórios	114	82	135	61
Idade média dos laboratórios (em anos)	14	20	15	19
Número de laboratórios acreditados	11	12	13	10
	10%	15%	10%	16%
Número de laboratórios multidisciplinares	24	30	29	25
	21,1%	36,6%	21,5%	41,0%
Número de laboratórios multiusuários	89	67	108	48
	78,1%	81,7%	80,0%	78,7%
Número de laboratórios que receberam investimentos significativos nos últimos 5 anos	78	52	89	41
	68%	63%	66%	67%
Valor estimado do conjunto dos equipamentos de pesquisa do laboratório (R\$ mil) – média por laboratório	3.952	3.080	3.388	4.026
Número total de pesquisadores	1.553	1.503	1.734	1.322
Número de pesquisadores com mestrado e doutorado	527	513	606	434
	34%	34%	35%	33%
Número de artigos nacionais publicados pela equipe do laboratório entre 1994 e 2008	4.722	2.485	5.362	1.845
Número de artigos internacionais publicados pela equipe do laboratório entre 1994 e 2008	862	790	1.033	619
Artigos (nacionais + internacionais) por pesquisador (média) no período 1994-2008	3,60	2,18	3,69	1,86
Número de patentes registradas no INPI entre 1994 e 2008	19	33	21	31

Fonte: a partir das bases de dados da Rais-MTE, CNPq-Lattes, Cadastro de Patentes do INPI e questionário do MCTI aplicado aos laboratórios. Elaboração dos autores.

Embora interessantes, as estatísticas descritivas apresentadas anteriormente não são capazes de estabelecer uma correlação precisa entre as variáveis. Por isso, a tabela 5 exhibe os resultados das regressões logísticas aplicadas às duas variáveis binárias definidas como variáveis dependentes.

TABELA 5
Características que afetam a prestação de serviços às empresas (modelo logístico)

Variável	Resposta positiva à questão sobre prestação de serviços tecnológicos a empresas				O laboratório informou o nome das empresas para as quais prestou serviços			
	Estimativa	Efeito marginal	Erro padrão	P-valor	Estimativa	Efeito marginal	Erro padrão	P-valor
Intercepto	-2,58	-1,06	0,97	0,01	-4,87	-1,46	1,30	0,00
N_PESQUISADORES	0,42**	0,17	0,22	0,05	0,76***	0,23	0,25	0,00
%_MESTRES_DOUTORES	1,65*	0,68	0,87	0,06	1,35	0,40	0,99	0,17
N_PATENTES	0,08	0,03	0,13	0,53	0,09	0,03	0,14	0,53
LN_ARTIGOS	-0,18*	-0,07	0,1	0,09	-0,25**	-0,07	0,12	0,03
LN_EQUIPAMENTOS	0,03	0,01	0,06	0,61	0,08	0,02	0,07	0,23
ACREDITAÇÃO	0,41	0,17	0,53	0,44	0,41	0,12	0,56	0,46
MULTIUSUÁRIO	0,02	0,01	0,42	0,96	-0,52	-0,16	0,46	0,26
INVESTIMENTO_RECENTE	-0,29	-0,12	0,36	0,42	0,24	0,07	0,40	0,55
ENGENHARIAS	0,79	0,32	0,64	0,22	1,30	0,39	0,88	0,14
MULTIDISCIPLINAR	1,20*	0,49	0,63	0,06	1,90**	0,57	0,86	0,03
EXATAS	0,51	0,21	0,63	0,41	1,22	0,36	0,87	0,16
OS	0,6	0,25	0,7	0,39	1,17	0,35	0,76	0,12
R- quadrado	14,90%	–	–	–	24,9%	–	–	–
-2 ln(Like)	251,2	–	–	–	228,5	–	–	–
AIC	253,2	–	–	–	230,5	–	–	–
H-L	6,9	–	0,55	–	7,44	–	0,49	–

Fonte: a partir das bases de dados da Rais-MTE, CNPQ-Lattes, Cadastro de Patentes do INPI e questionário do MCT aplicado aos laboratórios.

Elaboração dos autores.

Obs.: *** significativo a 1%.

** significativo a 5%.

* significativo a 10%.

Conforme se pode observar, em ambos os casos o bom ajuste obtido pode ser considerado satisfatório. O valor de AIC para a primeira variável dependente foi de 253,2 e de 230,5 para a segunda. As estatísticas de Hosmer e Lemeshow foram de 6,90 e 7,44, respectivamente. Após testar várias especificações, foi possível constatar que algumas variáveis não eram significantes do ponto de vista estatístico. Porém, outras eram sistematicamente significantes nas diversas combinações. Assim, as variáveis que afetam positivamente a probabilidade de cooperação com as empresas são as listadas a seguir.

1. O porte do laboratório – medido pelo número de pesquisadores filiados – foi positivo e significativo em ambos os modelos. Embora não se ampare em uma função de produção de conhecimento, esta proposição é compatível com a hipótese de ganhos de escala nas atividades de pesquisa discutida na subseção 2.3 deste trabalho.

2. A qualificação da equipe de pesquisa do laboratório também é positivamente correlacionada com sua probabilidade de interação com o setor produtivo. De fato, a porcentagem de mestres e doutores na equipe de pesquisa aumenta a probabilidade de interação, embora este resultado não tenha se mostrado significativo em uma das estimações.
3. Laboratórios multidisciplinares tendem a interagir mais que laboratórios concentrados em uma única área de conhecimento.

O número de artigos científicos publicados pelos pesquisadores que pertencem aos laboratórios é negativamente correlacionado com a probabilidade de prestar serviços às empresas. Este resultado sugere um *tradeoff* entre produção científica e pesquisa orientada para o mercado nos laboratórios entrevistados. Este resultado pode ser efeito do fato de os laboratórios analisados terem características muito singulares no sistema de C&T brasileiro e, em um primeiro momento, não podem ser extrapolados para o conjunto das infraestruturas de pesquisa. Por sua vez, a obtenção de patentes pelos pesquisadores que pertencem aos laboratórios não se mostrou estatisticamente significativa em nenhum dos modelos estimados.

TABELA 6
Características que afetam a prestação de serviços às empresas (modelo logístico hierárquico)

Variável	Resposta positiva à questão sobre prestação de serviços tecnológicos a empresas				O laboratório informou o nome das empresas para as quais prestou serviços			
	Estimativa	Efeito marginal	Erro padrão	P-valor	Estimativa	Efeito marginal	Erro padrão	P-valor
Intercepto	-2,16	-0,91	1,01	0,05	-3,58	-1,14	1,17	0,01
N_PESQUISADORES	0,38*	0,16	0,22	0,09	0,64***	0,20	0,24	0,01
%_MESTRES_DOUTORES	1,76**	0,74	0,84	0,04	1,50*	0,48	0,91	0,09
N_PATENTES	0,07	0,03	0,13	0,56	0,09	0,03	0,14	0,52
LN_ARTIGOS	-0,12	-0,05	0,11	0,25	-0,19*	-0,06	0,11	0,09
LN_EQUIPAMENTOS	0,02	0,01	0,06	0,73	0,08	0,03	0,07	0,22
ACREDITAÇÃO	0,55	0,23	0,52	0,3	0,50	0,16	0,53	0,35
MULTIUSUÁRIO	0,14	0,06	0,42	0,74	-0,40	-0,13	0,45	0,37
INVESTIMENTO_RECENTE	-0,42	-0,18	0,35	0,23	-0,12	-0,04	0,37	0,74
ENGENHARIAS	0,35	0,15	0,56	0,53	0,22	0,07	0,62	0,73
MULTIDISCIPLINAR	0,79	0,33	0,53	0,14	0,85	0,27	0,59	0,15
EXATAS	0,19	0,08	0,57	0,73	0,40	0,13	0,64	0,53
OS	0,28	0,12	0,9	0,76	0,52	0,17	0,97	0,60
R-quadrado	15,50%	–	–	–	23,7%	–	–	–
-2 ln(Like)	861,1	–	–	–	860,5	–	–	–
Covariância - instituições	877,1	–	–	–	0,776	–	0,51	–

Fonte: a partir das bases de dados da Rais-MTE, CNPq-Lattes, Cadastro de Patentes do INPI e questionário do MCT aplicado aos laboratórios.

Elaboração dos autores.

Obs.: *** significativo a 1%.

** significativo a 5%.

* significativo a 10%.

Os resultados das regressões logísticas hierárquicas mostrados na tabela 6 a seguir são bastante similares àqueles observados no modelo anterior. A única variável que se tornou não significativa foi a *dummy* para laboratórios multidisciplinares. A correlação negativa entre artigos publicados e a provisão de serviços desapareceu em uma das variáveis dependentes utilizadas.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, discutiram-se as relações universidade-empresa no Brasil, buscando analisar as características da infraestrutura de pesquisa que afetam sua propensão a interagir com o setor produtivo. Assim, com base em regressões logísticas, procurou-se identificar, em um amplo conjunto de variáveis explicativas, as características da infraestrutura de pesquisa que aumentam sua probabilidade de prestação de serviços às empresas. Empregaram-se, além dos dados primários coletados em um *survey* aplicado às instituições de pesquisa vinculadas ao MCTI, informações relativas à produção científica dos pesquisadores disponíveis na plataforma Lattes do CNPq e a sua produção tecnológica disponíveis no INPI. A escolha das variáveis explicativas amparou-se em uma breve revisão da literatura sobre o papel da infraestrutura de pesquisa nos sistemas de inovação e sobre os fatores que influenciam a interação entre ciência, por um lado, e inovações por outro. Esta revisão contemplou ainda um breve histórico da interação produção científica e o setor produtivo no Brasil com o propósito de amparar a discussão dos resultados obtidos.

Os resultados obtidos com base na amostra de instituições vinculadas ao MCTI são: *i*) o porte do laboratório – medido pelo número de pesquisadores que compõem a equipe do laboratório – e a qualificação de sua equipe de pesquisa, estes afetam de maneira positiva e significativa sua probabilidade de interagir com o setor produtivo; *ii*) laboratórios multidisciplinares tendem a interagir mais que laboratórios concentrados em uma única área de conhecimento; e *iii*) parece haver um *tradeoff* entre produção científica e pesquisa orientada para o mercado, uma vez que o número de artigos científicos publicados pelos pesquisadores que pertencem aos laboratórios é negativamente correlacionado com a probabilidade de prestar serviços às empresas.

Dadas as características singulares das instituições vinculadas ao MCTI, estes resultados não podem ser extrapolados para o conjunto das instituições de ensino e pesquisa no país, entretanto, reforçam a percepção de que a interação entre instituições científicas e tecnológicas (ICTs) e empresas pode também ser explicada pelas características da infraestrutura de pesquisa. O aprofundamento desta agenda de pesquisa requer mais informações sobre as instituições de pesquisa brasileiras e sobre a infraestrutura disponível nestas instituições, a fim de analisar com mais profundidade os elementos que afetam a interação entre elas e o setor produtivo. Além disso, a identificação de gargalos na infraestrutura de pesquisa é fundamental para a formulação de políticas de ciência, tecnologia e inovação capazes de alavancar o desenvolvimento tecnológico do país no longo prazo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. Immature systems of innovation: introductory notes about a comparison between South Africa, India, Mexico and Brazil based on science and technology statistics. *In: GLOBELICS CONFERENCE: INNOVATION SYSTEMS AND DEVELOPMENT STRATEGIES FOR THE THIRD MILLENNIUM*, 1, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Globelics, 2003.

AUTIO, E.; HAMERI, A.-P.; VUOLA, O. A framework of industrial knowledge spillovers in big-science centers. **Research policy**, v. 33, n. 1, p. 107-126, 2004.

BONACCORSI, A.; DARAIIO, C. Econometric approaches to the analysis of productivity of R&D systems: production functions and production frontiers. *In: MOED, H. F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. (Eds.). Handbook of quantitative science and technology research: the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*. United States: Springer, 2005. p. 51-74.

BUSH, V. **Science the endless frontier**. Washington: United States Government Printing Office, 1945. Disponível em: <<http://goo.gl/pW4HnB>>.

CAVALCANTE, L. R. Consenso difuso, dissenso confuso: paradoxos das políticas de inovação no Brasil. **Radar: produção, tecnologia e comércio exterior**, n. 13. Brasília: Ipea, 2011.

COHEN, W. M.; NELSON, R.; WALSH, J. P. Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. **Management science**, v. 48, n. 1, p. 1-23, 2002.

COHN, E.; RHINE, S. L.; SANTOS, M. C. Institutions of higher education as multi-product firms: economies of scale and scope. **The review of economics and statistics**, n. 2. p. 284-290, May 1989.

CUNHA, L. A. **A universidade temporária: o ensino superior da Colônia à Era Vargas**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1980.

D'ESTE, P.; PATEL, P. University-industry linkages in the UK: what are the factors underlying the variety of interactions with industry? **Research policy**, v. 36, n. 9, p. 1.295-1.313, 2007.

DAI, J.; LI, Z.; ROCKE, D. Hierarchical logistic regression modeling with SAS GLIMMIX. Conference Proceedings of Western Users of SAS Software. **Anais...** 2006. Disponível em: <<http://www.lexjansen.com/wuss/2006/analytics/ANL-Dai.pdf>>.

DE NEGRI, F. Elementos para a análise da baixa inovatividade brasileira e o papel das políticas públicas. **Revista USP**, n. 93, 2012.

DE NEGRI, F.; RIBEIRO, P. V. V. Infraestrutura de pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado junto às instituições vinculadas ao MCTI. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 24. Brasília: Ipea, 2013. p. 75-87.

DE NEGRI, F. *et al.* **Perfil das empresas integradas ao Sistema Federal de C,T&I no Brasil e aos fundos setoriais: uma análise exploratória**. Brasília: Ipea; UFMG, 2009.

DUNDAR, H.; LEWIS, D. R. Departmental productivity in American universities: economies of scale and scope. **Economics of education review**, v. 14, n. 2, p. 119-144, 1995.

FREEMAN, C. The 'national system of innovation' in historical perspective. **Cambridge journal of economics**, v. 19, p. 15-24, 1995.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. 3. ed. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1997.

GALISON, P. L.; HEVLY, B. W. Big science: the growth of large-scale research. California: Stanford University Press, 1992.

GUIMARÃES, R. Pesquisa no Brasil: a reforma tardia. **São Paulo em perspectiva**, v.16, n. 4, p. 41-72, 2002.

_____. Pesquisa em saúde no Brasil: contexto e desafios. **Revista saúde pública**, v. 40, número especial, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/6L0HIP>>.

LE MOS, M. B. *et al.* **Fundos setoriais e sistema nacional de inovação: uma avaliação exploratória**. Brasília: Ipea; UFMG, 2009.

_____. **Contribuição dos fundos setoriais para a mudança na base tecnológica do país**. Brasília: Ipea; UFMG, 2010.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. **The roles of research at universities and public labs in economic catch-up**. 9 Aug. 2005. (Working Paper, Initiative for policy dialogue).

MEYER, M. Does science push technology? Patents citing scientific literature. **Research policy**, v. 29, n. 3, p. 409-434, 2000. Disponível em: <<http://goo.gl/JTZ15i>>.

MORAIS, J. M. Uma avaliação dos programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. *In*: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Orgs.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: Ipea, 2008.

NARIN, F.; HAMILTON, K. S.; OLIVASTRO, D. The increasing linkage between US technology and public science. **Research policy**, v. 26, n. 3, p. 317-330, 1997.

SALLES FILHO, S. Política de ciência e tecnologia no II PBDCT (1976). **Revista brasileira de inovação**, v. 2, n. 1, p. 179-201, jan.-jun. 2003.

SCHWARTZMAN, S. **Formação da comunidade científica no Brasil**. [S.l.] Companhia Editora Nacional, 1979. v. 2.

STAHLER, G. J.; TASH, W. R. Centers and institutes in the research university: issues, problems, and prospects. **The journal of higher education**, v. 65, n. 5, p. 540-554, 1994.

SUTZ, J. The university-industry-government relations in Latin America. **Research policy**, v. 29, n. 2, p. 279-290, 2000.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. A interação universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. *In*: SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CARIO, S. A. F. (Orgs.). **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CARIO, S. A. F. (Orgs.). **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011. (Coleções Economia, Política e Sociedade).

TORNQUIST, K. M.; KALLSEN, L. A. Out of the ivory tower: characteristics of institutions meeting the research needs of industry. **The journal of higher education**, v. 65, n. 5, p. 523-539, 1994.

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

VIOTTI, E. B. Brasil: de política de ciência e tecnologia para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação. *In*: CENTRO DE GESTÃO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogos entre experiências estrangeiras e brasileira**. Brasília: CGEE, 2008.

VUOLA, O.; HAMERI, A.-P. Mutually benefiting joint innovation process between industry and big-science. **Technovation**, v. 26, n. 1, p. 3-12, 2006.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BALCONI, M.; BRUSONI, S.; ORSENIGO, L. Defence of the linear model: an essay. **Research policy**, v. 39, n. 1, p. 1-13, Feb. 2010.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. Sistemas de inovação e infraestrutura de pesquisa: considerações sobre o caso brasileiro. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 24. Brasília: Ipea, 2013. p. 7-17.

DOSI, G. *et al.* (Orgs.). **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter Publishers, 1988.

JONES, C. I. R&D-based models of economic growth. **The journal of political economy**, v. 103, n. 4, p. 759-784, Aug. 1995.

NELSON, R. (Org.). **National innovation systems: a comparative analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.

PACHECO, C. A. A criação dos “fundos setoriais” de ciência e tecnologia. **Revista brasileira de inovação**, v. 6, n. 1, p.191-223, jan.-jun. 2007.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. **The journal of political economy**, v. 98, n. 5, part 2, p. S71-S102, Oct. 1990.

RUIVO, B. Phases’ or ‘paradigms’ of science policy? **Science and public policy**, v. 21, n. 3, p. 157-164, 1994.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. *In*: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Orgs). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Everson da Silva Moura

Reginaldo da Silva Domingos

Revisão

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Laetícia Jensen Eble

Leonardo Moreira de Souza

Marcelo Araujo de Sales Aguiar

Marco Aurélio Dias Pires

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Karen Aparecida Rosa

Luana Signorelli Faria da Costa (estagiária)

Tauãnara Monteiro Ribeiro da Silva (estagiária)

Editoração

Cristiano Ferreira de Araújo

Bernar José Vieira

Daniella Silva Nogueira

Danilo Leite de Macedo Tavares

Diego André Souza Santos

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

Capa

Luís Cláudio Cardoso da Silva

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

Livraria do Ipea

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

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em adobe garamond pro 12/16 (texto)
Frutiger 67 bold condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Impresso em offset 90g/m²
Cartão supremo 250g/m² (capa)
Brasília-DF

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

Secretaria de
Assuntos Estratégicos

