ipea

Nº 37

Radar

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

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

02 / 2015

ipea

ipea

Nº 37

Radar

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

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

02 / 2015

ipea

Governo Federal

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

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

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

Presidente
Sergei Suarez Dillon Soares

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Rogério Boueri Miranda

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura
Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais, Substituto
Carlos Henrique Leite Corseuil

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Renato Coelho Baumann das Neves

Chefe de Gabinete
Ruy Silva Pessoa

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação
João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

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

RADAR

Tecnologia, produção e comércio exterior

Editor responsável
José Mauro de Morais

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** 2015

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**

SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM DEFESA: ANÁLISE DO CASO DO BRASIL **7**
Flávia de Holanda Schmidt Squeff

CONHECIMENTO COM PERFIL INOVADOR NAS INFRAESTRUTURAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS NO BRASIL **25**
Pedro Miranda
Graziela Zucoloto

TAXA DE INOVAÇÃO À LUZ DA TEORIA NEOSCHUMPETERIANA **37**
André Tortato Rauen

COOPERAÇÃO EMPRESAS-LABORATÓRIOS PARA P&D E INOVAÇÃO **45**
Gilson Geraldino Silva Jr.

APRESENTAÇÃO

Esta 37ª edição do boletim *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior* apresenta quatro artigos sobre o tema inovação tecnológica. O primeiro estudo, intitulado *Sistema setorial de inovação em defesa: análise do caso do Brasil*, de Flávia de Holanda Schmidt Squeff, discute a organização do Sistema Setorial de Inovação (SSI) em Defesa no Brasil e analisa a infraestrutura de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) voltada ao setor. Como apoio à análise, foi realizada uma revisão da constituição da organização dos respectivos SSIs em seis países selecionados: Reino Unido, Estados Unidos, Espanha, França, Suécia e China. Para o desenvolvimento da análise, foram identificadas as infraestruturas laboratoriais no Brasil voltadas ao Sistema de Defesa, e estudadas suas características em termos de fontes de financiamentos, recursos humanos, prestação de serviços a empresas e a outras entidades, custos de operação e receitas, avaliação das condições gerais de operação e outras propriedades constitutivas das infraestruturas.

O segundo artigo – *Conhecimentos com perfil inovador nas infraestruturas científicas e tecnológicas no Brasil* –, de autoria de Pedro Miranda e Graziela Zucoloto, é voltado à avaliação do grau de concentração de "conhecimento com perfil inovador" em infraestruturas brasileiras de pesquisa. O estudo tomou como base as estatísticas de patentes depositadas no Instituto Brasileiro de Propriedade Industrial (Inpi), no período 2007-2011, por inventores que integram o quadro de pesquisadores de instituições de ciência e tecnologia. Foi utilizada uma amostra de 1.760 infraestruturas laboratoriais, vinculadas a 129 instituições, que contam com 764 pesquisadores-inventores que apresentaram o registro de, pelo menos, um pedido de patente. Os inventores estão associados a 548 infraestruturas e a eles foram atribuídos 591 pedidos de patentes. Os resultados apontaram que o conhecimento com perfil inovador está relativamente mais concentrado em infraestruturas laboratoriais com capacidade técnica considerada avançada em relação aos padrões brasileiros, localizadas na região Sudeste, que iniciaram suas operações nas décadas de 1970 e 1980.

O terceiro artigo, intitulado *Taxa de inovação à luz da teoria neoschumpeteriana*, de André Tortato Rauen, analisa a aderência do indicador "taxa de inovação" frente aos preceitos teóricos da escola neoschumpeteriana. O estudo se fundamenta no conceito econômico de inovação e busca lançar luz sobre um indicador onipresente no discurso político atual. Para tanto, é feita uma minuciosa análise do questionário da Pesquisa de Inovação (PINTEC), da qual é extraída a taxa de inovação. Após esta análise, e com base em uma tabulação especial, observa-se o comportamento de outro indicador, "taxa de inovação para o mercado nacional", que o estudo argumenta ser mais adequado para uma análise econômica do processo inovativo. O trabalho se encerra com um exercício setorial no qual se compara o comportamento agregado das firmas frente à taxa de inovação e à taxa de inovação para o mercado nacional. Conclui-se que diferenças na forma de conceituar a inovação levam a diferentes posicionamentos setoriais, com evidentes consequências políticas.

Por fim, o quarto artigo – *Cooperação empresas-laboratórios para P&D e inovação* –, de autoria de Gilson Geraldino Silva Jr., analisa se o uso de infraestrutura laboratorial externa à empresa impacta nas decisões de fazer pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de inovar das empresas da indústria brasileira de transformação. O estudo utilizou dados da PINTEC de 2003, 2005 e 2008, e considerou os impactos do uso direto (cooperação) e indireto (uso de fontes de informação) da infraestrutura laboratorial. O trabalho mostrou, entre outros pontos, que a cooperação direta ou indireta no uso de infraestrutura laboratorial é relevante para a realização de P&D externa e contínua, e que as universidades são instituições importantes para cooperação entre as alternativas consideradas.

Por meio desta edição, com estudos sobre a infraestrutura científica no Brasil, entre outros temas, o boletim *Radar* espera contribuir para o melhor conhecimento das atividades dos laboratórios de pesquisas, assunto que será objeto de um livro a ser publicado pelo Ipea este ano, com dados setoriais e agregados referentes a 1.760 infraestruturas de pesquisas científicas, que constam do projeto Mapeamento de Infraestruturas de Pesquisas, parceria deste instituto com o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM DEFESA: ANÁLISE DO CASO DO BRASIL[1]

Flávia de Holanda Schmidt Squeff[2]

1 INTRODUÇÃO

A constituição de um Sistema Setorial de Inovação (SSI) em Defesa robusto e que dê amparo aos objetivos nacionais para o setor não pode prescindir da existência de uma infraestrutura científica e tecnológica avançada.[3] Assim, inserido em um projeto mais amplo que investiga este tema no país, sob múltiplas perspectivas, este artigo discute a organização do SSI no Brasil, com ênfase na análise da infraestrutura de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) existente no país, *vis-à-vis* os objetivos nacionais para o setor – Estratégia Nacional de Defesa, Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, Plano Brasil Maior, Livro Branco da Defesa Nacional, Política Nacional da Indústria de Defesa.

Além desta introdução, este artigo conta com quatro seções. Na seção 2 é discutida a constituição e a evolução recente dos sistemas setoriais de inovação ligados à Defesa em outros países, que assim trazem uma referência para a realização de algumas comparações entre os casos selecionados. A seção 3 apresenta brevemente o arcabouço normativo recente do Brasil em relação ao tema e expõe a constituição do SSI no país, assim como o histórico, as empresas, as políticas e as instituições de pesquisa deste sistema. A análise das informações coletadas no Mapeamento da Infraestrutura de Pesquisa[4] sobre a infraestrutura científica e tecnológica em Defesa existente no país é feita na seção 4. Por fim, na seção 5 são tecidas algumas considerações finais.

2 SISTEMAS DE INOVAÇÃO EM DEFESA: COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS

O arcabouço dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNIs) para analisar o desempenho inovativo e as políticas tem sido uma área importante e influente de estudos desde a primeira articulação do conceito. Conforme resumido por Mowery (2009), os SNIs incluem as instituições, as políticas, os atores que afetam a criação de conhecimento, os processos de inovação – que se traduzem em pesquisa nas aplicações (tanto para venda comercial ou uso em contextos de "não mercado", quanto na Defesa Nacional) –, e os processos que influenciam a adoção de inovações.

Embora os SNIs de diversos países tenham tido entre seus elementos centrais instituições e políticas intimamente relacionados à área de Defesa, é curioso constatar que o papel da pesquisa e desenvolvimento (P&D) em Defesa no processo inovativo foi raramente abordado na literatura da economia da inovação. De forma mais clara, dentro da literatura que se dedica ao estudo do SNI, a escala e a organização da atividade tecnológica direcionada à Defesa Nacional foi frequentemente notada, mas raramente foi um foco central de estudo (James, 2009; Mowery e Rosenberg, 1979). Assim, James (2009) afirma que a análise da mudança tecnológica no setor acabou por desenvolver sua própria comunidade científica de interesse, com o seu grupo particular de questões sobre o tema e ligações fracas com os estudiosos do campo mais amplo dos estudos em inovação.

Assume-se, neste trabalho, o conceito de SSI em Defesa proposto por James (2009): "um sistema setorial que reúne as organizações, instituições e relacionamentos que produzem, difundem e usam novos conhecimentos tecnológicos em apoio a missões da Defesa Nacional".

---

1. Este artigo é uma versão resumida de Squeff (2014, no prelo).

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

3. A importância da infraestrutura científica e tecnológica para o desenvolvimento tecnológico dos países tem sido abordada há algum tempo por autores internacionais, como Tornquist e Kallsen (1994); Autio, Hameri e Vuola (2004); Adams, Chiang e Jensen (2003); e Mazzoleni e Nelson (2007).

4. Uma exposição mais detalhada do projeto é feita em Squeff e De Negri (2014).

Seis casos internacionais foram selecionados para análises: Reino Unido, Estados Unidos, Espanha, França, Suécia e China. Buscou-se selecionar países que tivessem adotado diferentes políticas e constituições para o SSI Defesa, especialmente em relação à governança das relações institucionais, com o objetivo de enriquecer a análise de possibilidades de ação para o caso brasileiro.

2.1 Reino Unido

Os Government Research Defence Establishments (GRDE) eram parte do núcleo do Sistema de Inovação em Defesa do Reino Unido, uma vez que, ao fim da década de 1980, havia cinco principais laboratórios não nucleares com responsabilidade de pesquisa em sistemas navais, aeroespaciais, munições, armamentos e veículos militares, sistemas eletrônicos, e Defesas química e biológica. Todos eram propriedade do governo e operados por ele. Os funcionários eram servidores civis e o *funding* de pesquisa vinha do Ministério da Defesa (MD).

Além da pesquisa, para James (2009), esses GRDE desempenhavam outros papéis críticos no Sistema de Inovação em Defesa: testar e avaliar os equipamentos de Defesa para as aquisições do MD; e aconselhar sobre a direção do programa de pesquisa e gestão daquelas que ocorriam extramuros. Eles também eram responsáveis pela gestão da colaboração internacional em pesquisa e troca de informações sobre pesquisa em Defesa com os laboratórios de países aliados. O relacionamento destas instituições era muito próximo com a indústria e com o governo, uma vez que as novas tecnologias geradas pela pesquisa conduzida por eles eram transferidas às companhias, que as usavam no desenvolvimento e na fabricação de novos equipamentos militares. Analogamente, quando as firmas submetiam propostas para desenvolver e fabricar equipamentos de Defesa para o MD, eram os laboratórios que avaliavam os aspectos técnicos destas propostas em nome do ministério.

Contudo, como observado em outros países do mundo, na Europa os MDs buscaram novos modelos para a gestão dos sistemas de C&T em Defesa após o término da Guerra Fria, e a resposta do Reino Unido foi a mais radical a esses desafios pós-Guerra Fria (James, 2009).

Em 1991, os quatro principais laboratórios não nucleares de Defesa foram reunidos para criar a Defence Evaluation and Research Agency (Dera).[5] Com um *staff* de 12 mil pessoas, era a maior organização de pesquisa e tecnologia de sua natureza na Europa Ocidental, oferecendo pesquisa básica, análises e estudos operacionais, aconselhamento técnico em questões de compras e teste e avaliações. Além de fornecer pesquisa e serviços associados ao seu principal cliente e "proprietário", ela distribuía e gerenciava a pesquisa "extramuros" do MD.

Para James (2009), os impactos dessa mudança são de difícil mensuração, pela própria dificuldade de desenvolver métricas para avaliar os resultados da pesquisa em Defesa. O autor destaca ainda a questão da competição entre a indústria e a Dera, pois a pesquisa da agência não estava sendo suficientemente traduzida em produtos de Defesa que pudessem ser comprados da indústria pelo MD. Neste mesmo sentido, Molas-Gallart (2001) reforça que a tentativa de engajar a Dera em atividades comerciais gerou tensões, entre as quais o fato de que os servidores civis, que até então pesquisavam em um ambiente quase acadêmico, consideraram difícil ou mesmo não viam a necessidade de buscar prioridades comerciais. Deste modo, apesar de ter se tornado, em poucos anos, uma organização mais *business-oriented* e ter buscado incrementar o seu perfil comercial, uma tensão surgiu entre esses atores e o compromisso formal da Dera de dar apoio ao seu cliente prioritário.

A Dera permaneceu na estrutura organizacional do MD apenas até 2001, quando foi separada em duas instituições que alteraram fundamentalmente a organização do SSI em Defesa inglês: uma parte foi privatizada e transformada em uma empresa denominada QinetiQ, e outra ficou no MD e foi renomeada para Defence Science and Technology Laboratory (DSTL). O relacionamento entre o MD e a QinetiQ foi modelado como uma parceria público-privada (PPP) de 25 anos, a partir de 2003, de modo que o governo continua a desempenhar um papel decisivo na orientação das atividades da empresa. A nova divisão do trabalho adotada se baseia principalmente

5. Eram os seguintes laboratórios: Royal Aerospace Establishment (RAE); Admiralty Research Establishment (ARE); Royal Armament Research and Development Establishment (Rarde); e Royal Signals and Radar Establishment (RSRE).

no conceito de "base de conhecimento", segundo a qual o DSTL exerce o papel de *expert* em integração de conhecimento e de um conselheiro para a escolha das tecnologias de interesse do MD (Avadikyan e Cohendet, 2009). Além disso, o MD decidiu manter internamente atividades ligadas à troca estratégica de informação entre governos e competências ligadas aos estudos analíticos em apoio a decisões estratégicas.

Avadikyan e Cohendet (2009) enfatizam que a consequência do processo de externalização das atividades de C&T é a necessidade de que o MD estabeleça laços mais fortes com atores externos. Os mecanismos introduzidos nesse contexto refletem a emergência de uma estrutura de governança híbrida, combinando esquemas competitivos e cooperativos. Por um lado, o objetivo é favorecer uma real abordagem em rede por meio da criação das Torres de Excelência (ToEs) – representadas pelo DSTL – em torno de sistemas tecnológicos chave. Por outro, uma abordagem focada no aumento da competição entre os atores foi iniciada por meio do *research competition programme*.

No ano fiscal 2013/2014,[6] as receitas do DSTL foram de £ 661 milhões, dos quais 93% foram provenientes de serviços prestados ao MD. Já a QinetiQ é atualmente uma empresa de capital aberto, listada na London Stock Exchange (LSE), com operações nos Estados Unidos, na Bélgica, na Austrália, na Suécia e nos Emirados Árabes Unidos. Com mais de 9 mil empregados em todo o mundo,[7] a maior parte das receitas da empresa provêm de serviços prestados a governos, como assistência técnica, teste e avaliação e serviços de treinamento. No ano fiscal 2013/2014, as receitas foram de £ 1.191,4 milhões.

2.2 Estados Unidos

Mesmo quando comparado a outros países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a escala da P&D americana de Defesa é distintiva. O gasto norte-americano em P&D de Defesa fez contribuições significativas à criação de uma infraestrutura de pesquisa no pós-Guerra e foi uma fonte importante de inovações civis, de novas empresas e de treinamento de cientistas e engenheiros, como ressalta Mowery (2009). De fato, conforme aponta o autor, a reestruturação do SNI entre os anos 1930 e 1950 aumentou a escala e a importância da pesquisa em universidades, em função da disponibilidade de um grande orçamento federal em campos de pesquisa básica e aplicada da ciência e da engenharia, para criar a chamada "Universidade da Guerra Fria".

Com efeito, as universidades norte-americanas há tempos fazem parte do Sistema de Inovação em Defesa americano: Libaers (2009) afirma que o "pacto" entre os militares e a universidade remonta ao começo da Segunda Guerra Mundial, quando as lideranças militares decidiram direcionar recursos significativos para um número seleto de universidades intensivas em pesquisa, com o objetivo de construir capacidade de P&D para projetos com aplicações militares. Algumas universidades de pesquisa foram ainda premiadas com contratos de gestão de longo prazo de laboratórios de propriedade do governo sob o chamado arranjo *government owned, contractor operated* (Goco).

A despeito da magnitude dos investimentos feitos na área, Mowery (2009) destaca que, nas décadas de 1940 e 1950, a política americana de ciência e tecnologia era o produto de decisões pouco coordenadas, feitas em diversas áreas (incluindo aquisições), desenhadas para aperfeiçoar as missões das agências federais de forma individual. Em relação a isso cabe registro para o papel proeminente que as firmas e as universidades assumiram no SSI de Defesa norte-americano, como atores de parcela importante da pesquisa financiada pelo Departamento de Defesa (DoD). Ao mesmo tempo, a interação entre estes atores contribuiu para a criação de uma infraestrutura de P&D que Cowan e Foray (1995) indicam como uma fonte importante dos benefícios econômicos da P&D e das compras militares empreendidos pelo país.

Por outro lado constituiu-se, assim, um sistema mais fragmentado. Os estabelecimentos de pesquisa americanos voltados para Defesa não estão organizados sob um mesmo departamento: enquanto a maioria das infraestruturas é administrada pelo DoD, os laboratórios de armas nucleares (*weapon labs*) eram parte do Departamento de Energia (DoE). Molas-Gallart (2001) indica que as capacidades intramuros do DoD em

6. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/324602/Dstl_Annual_Report_and_Accounts_2013-14_print-ready_PDF.pdf>.

7. Mais de 6 mil funcionários estão baseados no Reino Unido.

P&D foram também fragmentadas em dúzias de laboratórios e infraestruturas de pesquisa, tanto operados pelo governo quanto pelos fornecedores. As atividades de C&T são planejadas e conduzidas tanto pelos departamentos quanto pelas agências de Defesa militares. A mais relevante entre estas é a Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa).

Assim, Libaers (2009) sumaria os principais atores do Sistema de Inovação em Defesa norte-americano: o aparato administrativo do DoD e do DoE; os laboratórios do DoD espalhados pelo país; as universidades americanas de pesquisa; os laboratórios de armas nucleares e plantas de produção do DoE; os contratados e subcontratados de Defesa e firmas civis privadas, além do Congresso e da administração federal norte-americana.

A participação da Defesa nos desembolsos federais de P&D foram maiores que 50% em praticamente todo o período compreendido entre 1949 e 2005. Um dos mais notáveis pontos de inflexão nesses gastos é certamente o declínio que se seguiu ao fim da Guerra Fria,[8] que ocorreu não apenas nos Estados Unidos, como em diversos países do mundo, dando início a uma fase de reconfiguração geral do setor de Defesa global.

A reversão desse movimento de queda dos desembolsos federais do setor só se deu após os eventos associados ao 11 de setembro de 2001: ganhou a pauta uma nova agenda de P&D em Defesa, a partir de então mais focada em contraterrorismo, especialmente no desenvolvimento de tecnologias para combater armas químicas, biológicas e radioativas[9] (Mowery, 2009). Uma distinção importante feita pelo autor entre o ciclo de P&D em Defesa fomentado pela Guerra Fria e este mais recente é o fato de que naquele momento muito do investimento era relativamente aberto aos pesquisadores não militares, em contraste com a tendência de que mais restrições e maior confidencialidade dos programas seja a tônica deste atual ciclo.[10]

Mowery (2009) ressalta que a pesquisa classificada tende a produzir *spill overs* tecnológicos ou baseados em conhecimento limitados, e os programas de compras públicas (*defense procurement*) tendem a gerar menores taxas de *spin off*. Assim, o autor indica que esse crescimento de investimento pós-11 de setembro tenderia a produzir menores benefícios econômicos.

2.3 Espanha

O caso da Espanha guarda algumas analogias com o caso do Brasil em função do caráter tardio do estabelecimento de políticas de C&T. Como pontuam Ortega *et al.* (2007), não se pode falar com propriedade em políticas de C&T até os anos 1980, dado que apenas em 1986 foi promulgada a Lei da Ciência. Os autores indicam que, embora as instituições militares[11] espanholas tenham contribuído para a industrialização do país, é apenas a partir da década de 1980 que elas se inserem no desenvolvimento da política científica e tecnológica da Espanha.

O desenvolvimento endógeno de tecnologias militares não foi uma prioridade logo no início da década de 1980. Desde então, foram dados passos para uma maior integração da P&D de caráter militar nas políticas gerais espanholas. Assim, no ano de 2001, foi aprovado pela Secretaria de Estado de Defesa o "Plano Diretor de P&D de Defesa",[12] cujas áreas e diretrizes estariam refletidas no Plano Nacional para 2004-2007. A gestão do plano ficou a cargo do MD, por meio da Dirección General de Armamento y Material (DGAM), estrutura orgânica do ministério.

Ainda durante a década 1997-2007, o financiamento dos programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor de Defesa foi muito alto, de modo que a Espanha chegou a ser o quinto país europeu por

8. Uma análise detalhada do comportamento do gasto mundial em Defesa nesse período é feita em Silva Filho e Moraes (2012).

9. Mowery (2009) ressalta também o aumento de gastos em segurança interna (*homeland security*).

10. Soma-se a isso o fato de que a participação de estrangeiros (incluindo cidadãos não americanos matriculados como alunos em universidades americanas) na pesquisa envolvendo alguns tipos específicos de equipamentos de laboratório pode ser limitada por futuras políticas cobrindo tecnologias que sejam previstas para exportação.

11. O MD foi criado em 1980 na Espanha, com a união dos três ministérios militares.

12. Na atualidade encontra-se em vigor o *plan estatal de investigación científica, técnica y de innovación* 2013-2016, que tem por objetivo desenvolver e financiar a atuação da administração federal espanhola em relação à P,D&I, de modo que os objetivos e as prioridades estabelecidos no Plano Nacional, a *estrategia española de ciencia y tecnología y de innovación* 2013-2020, sejam alcançados. Dentro do plano estatal amplo se insere a *estrategia de tecnología e innovación para la defensa* (ETID), com diretrizes da política de P&D de armamento e material definidas no *plan director de armamento y material* da DGAM.

volume de recursos destinado para a Defesa. Os indicadores de inovação industrial do país mostram que a Defesa está acima da média geral dos demais setores, o que, na visão de Ortega *et al.* (2007), provaria que quando há um planejamento sustentado, financiamento suficiente e boa coordenação, bons resultados são obtidos.

Na estrutura do MD, três centros de pesquisa militares se destacam: o Instituto Tecnológico "La Marañosa" (ITM), o Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas" (Inta) e o Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR). Nestes centros, segundo informações do MD, atuam mais de 2 mil pessoas, entre civis e militares, dedicados a diversas áreas de pesquisa, entre as quais a prevenção a riscos nucleares, biológicos e químicos, eletrônica, optrônica, *laser* e mecânica de precisão.

Além desses institutos, existe ainda a Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España (Isdefe), uma empresa pública ligada ao MD do país que oferece serviços de consultoria e engenharia para a administração pública espanhola e também para organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), a Comissão Europeia, a Agência Europeia de Defesa (EDA, na sigla em inglês) e a Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan). A empresa possui mais de 1,6 mil funcionários, dos quais 88% são pessoal técnico. As principais áreas de atuação da Isdefe são Defesa e segurança; organização, processos e energia; transportes e tecnologias da informação e comunicação (TICs); estações e engenharia aeroespacial.

2.4 França

No caso francês, o sistema sob o qual se organiza a pesquisa em matérias de Defesa da França é complexo (Ortega *et al.*, 2007). Embora exista uma gestão centralizada dos recursos, há uma ampla rede de estabelecimentos técnicos e de pesquisa que forma uma estrutura conectada estritamente com diferentes departamentos ministeriais, agências governamentais e empresas públicas e privadas.

A principal agência encarregada do desenvolvimento e da compra de sistemas de armamentos é a Direction Générale de l'Armement (DGA). Criada em 1977, a agência passou por uma ampla reforma nos anos 1990, quando o MD francês decidiu pela transição de uma agência de programas para uma agência de compras. Com esse novo papel, desde então têm se estabelecido, crescentemente, relações cliente-fornecedor na DGA e no MD, o que de certa forma segue como ocorrido no Reino Unido.

Na França, há diversos órgãos com distintos *status* organizacionais de P&D de Defesa: entre eles se encontram empresas, universidades, a própria DGA e laboratórios públicos de pesquisa, como o Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) e o Office National D'études et de Recherches Aérospatiales (Onera).

O CEA é um órgão público que conta com dez centros na França, cujas atividades vão além da pesquisa nuclear e incluem atividades em tecnologia da informação (TI), saúde e outras tecnologias de Defesa. Desde 2004 mudou de *status*, passando de estabelecimento público de pesquisa para assumir caráter científico, técnico e industrial. O CEA é gerido de forma semelhante a uma empresa, mas sujeito às normas públicas de gestão, como as que exigem sistemas de avaliação e de controle interno. Ocupando mais de 16 mil pessoas, entre técnicos, engenheiros, pesquisadores e outros colaboradores, a instituição reporta ter realizado, em 2013, 754 depósitos de patentes, além de ter gerado 169 *startups* tecnológicas desde 1972. O orçamento anual informado é de € 4,3 bilhões.

Outro grande centro de C&T francês é o Onera. Criado em 1946 sob a estrutura do MD, o escritório tinha, em 2013, nos seus oito centros espalhados pelo território francês, 2.018 funcionários, entre os quais 218 doutores. O orçamento anual é de € 223 milhões, e a instituição relata que mais de 60% de suas atividades são realizadas sob contrato, o que a coloca no patamar dos centros mais subvencionados na Europa: os pesquisadores do Onera desempenham cinco vezes mais atividades contratuais que a média nacional. Seus bancos de prova são os mais importantes do país no setor aeronáutico.

Ortega *et al.* (2007) avaliam que o alcance das relações entre pesquisa militar e aplicações civis na França é objeto de avaliações desencontradas. As políticas de uso dual parecem se destinar mais à aplicação de tecnologias civis no campo militar do que o contrário.

2.5 Suécia

Na Suécia, a Swedish Defence Research Agency (FOI, na sigla em sueco), um órgão de pesquisa em Defesa, é uma agência do MD que dispõe de mil funcionários,[13] alocados em várias divisões de pesquisa, entre os quais estão desde físicos, químicos, engenheiros, cientistas sociais, matemáticos e filósofos até advogados, economistas e profissionais de TI. Embora seja um órgão público vinculado ao MD, a maioria das atividades da instituição é designada e paga pelos clientes, que são principalmente as Forças Armadas (43% da receita operacional bruta – ROB), a Swedish Defence Materiel Administration (16% da ROB) e o MD (15% da ROB), de modo que é mantida assim entre estas partes uma relação cliente-fornecedor. Em 2012, cerca de 14% da receita da agência foi proveniente de recursos de projetos do governo. Demandas de setores civis e de autoridades públicas do país não diretamente relacionadas à Defesa são presentes também. A receita operacional bruta da instituição em 2012 foi equivalente a US$ 165 milhões. Ortega *et al.* (2007) indicam que esta forma de atuação é relativamente recente na Suécia, pois no início dos anos 1990 o organismo de pesquisa era financiado por orçamentos centrais, sem vinculação a nenhum programa específico.

2.6 China

O desenvolvimento da base industrial de Defesa chinesa ganhou novo fôlego na última década, após estar até o final do século XX em estado crítico em razão das medidas protecionistas direcionadas à indústria na era maoísta (Cheung, 2011). Mesmo que experimentado a partir de uma base reduzida, o progresso tem sido bastante significativo: o objetivo do país é fazer o *catch up* até 2020.

Cheung (2011) analisa aspectos relacionados às principais mudanças que impactam este movimento: as capacidades mais importantes para a economia de Defesa chinesa incluem o aparato de pesquisa e desenvolvimento, o *pool* de talentos de cientistas e engenheiros, o acesso ao mercado de capitais e fundos de investimento, o aparato industrial de Defesa, o papel dos conglomerados de Defesa, as ligações com fluxos externos de tecnologia e redes de inovação global e os benefícios da integração de atividades civis e militares, sumariados no quadro 1.

QUADRO 1
Reforma e consolidação da indústria de Defesa chinesa

Hard capabilities	Principais elementos
Aparato de pesquisa e desenvolvimento	O aparato chinês de P&D tem sido submetido a uma revisão de amplo alcance desde o fim dos anos 1990. Os objetivos dessa reforma eram aperfeiçoar as capacidades de pesquisa, diversificar a supervisão da gestão e as fontes de fundos do Estado para o setor privado, derrubar as barreiras que mantinham o sistema de P&D de Defesa afastado do restante do SNI e criar ligações próximas com universidades e centros de pesquisa civis.
Transformação dos conglomerados de Defesa	Os dez conglomerados de Defesa chineses emergiram ao longo da primeira década dos anos 2000 para se tornar a engrenagem mais importante do sistema de inovação em Defesa por diversas razões: eles possuem e gerenciam uma grande parte do aparato de P&D; a sua crescente força financeira permite que essas firmas invistam pesadamente em atividades inovativas; a sua colaboração com firmas estrangeiras e atuação em mercados externos os tornam canal importante de conhecimento e tecnologia externos; é interesse central dessas firmas apoiar o desenvolvimento de mecanismos institucionais que protejam os resultados de suas atividades inovativas, especialmente fortalecendo os direitos de propriedade intelectual.
Treinamento de nova geração de cientistas e engenheiros de Defesa	A economia de Defesa do país tem uma demanda grande e crescente por novas gerações de cientistas, gerentes, engenheiros e força de trabalho, bem-treinadas para substituir os postos em envelhecimento de sua força de trabalho de quase 2 milhões de pessoas e para preencher posições criadas pelo surgimento de novos setores de alta tecnologia. As sete universidades afiliadas à State Administration for Science, Technology and Industry for National Defense (SASTIND)[1] registram um aumento de 86% na sua população de estudantes entre 1999 e 2005. O número de pós-graduandos também aumentou em relação à população de alunos.
Acesso a fluxos externos de tecnologia	Grande parte do crédito pelo progresso chinês é atribuído à importação e à absorção de tecnologia e conhecimento do exterior, notadamente da Rússia. Os prognósticos para o futuro da relação entre os dois países não são animadores em razão da crescente desconfiança, parte em razão dos esforços chineses para fazer engenharia reversa de modo ilícito a partir de armas russas. Essa diminuição de acesso à tecnologia estrangeira e a fluxos de conhecimento pode ser um freio ao desenvolvimento de capacidades inovativas. A economia de Defesa pode se beneficiar da crescente interdependência entre a China e as economias globais, especialmente em áreas de alta tecnologia, eletrônica e TICs.

Fonte: Cheung (2011).
Nota: [1] Essas universidades SASTIND são o principal canal de talentos para a economia de Defesa. Dos 284 mil estudantes que se graduaram nestas universidades entre 1999 e 2005, 18% foram atuar na economia de Defesa, entre os quais 35% eram mestres ou doutores, o que indica que os talentos recrutados pelos estabelecimentos de C&T de Defesa parecem mais qualificados que o resto do SNI. O influxo de jovens talentos está transformando a face demográfica da economia de Defesa.

13. Entre os cerca de mil funcionários, 850 são pesquisadores e trezentos possuem doutorado.

Assim, para Cheung (2011), a abordagem chinesa atual parece estar focando seletivamente em algumas áreas críticas para acelerar o desenvolvimento, enquanto o restante da DSTI busca um ritmo mais moderado de transformação.

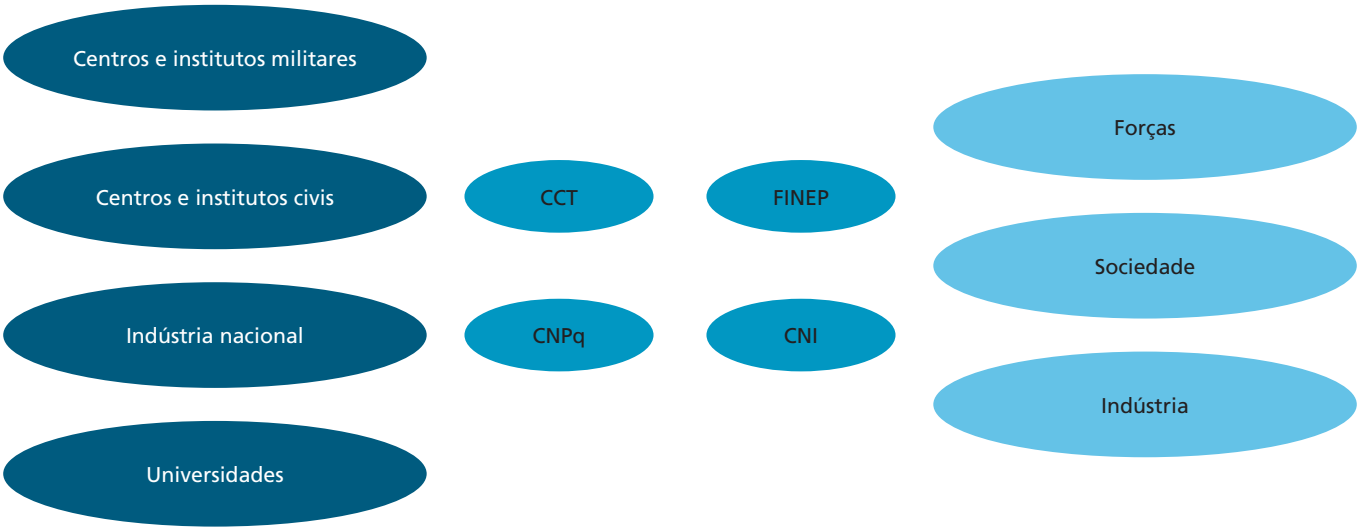
3 CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM DEFESA NO BRASIL

No Brasil, a criação do então Centro Técnico Aeroespacial (CTA),[14] na década de 1940, e a inauguração do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em 1950, pavimentaram o advento e a expansão do complexo aeroespacial de São José dos Campos, em um caso frequentemente citado como exemplo do êxito da ação governamental para o desenvolvimento industrial do país. Já no início da década de 1960, a influência do CTA e do ITA seria determinante para o surgimento de um núcleo de pessoal qualificado e firmas de engenharia na cidade, como a Neiva e a Avibras e, em 1969, para a criação da Embraer (Rodengen, 2009).

De fato, o imperativo da institucionalização dos laços entre a C,T&I e a área de Defesa tem sido alvo de esforços governamentais na última década. Nesta seção, são abordadas as principais iniciativas neste sentido, com o objetivo de criar um quadro de referência que permita, em etapa subsequente do projeto mais amplo em que se insere este trabalho, analisar criticamente as potencialidades, os limites e os gargalos do SNI em alavancar a competitividade do Complexo Industrial de Defesa.

De forma esquemática é apresentada, na figura 1, a constituição do chamado "Sistema Integrado de Ciência, Tecnologia e Inovação" em Defesa no país.

FIGURA 1
Sistema Integrado de Ciência, Tecnologia e Inovação em Defesa



Fonte: Ministério da Defesa.

No Brasil, as três Forças Armadas possuem órgãos de direção geral e setorial na área de ciência e tecnologia, que são subordinados diretamente aos comandantes das forças em sua estrutura organizacional. Na Marinha do Brasil (MB), a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM); no Exército Brasileiro (EB), o Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT); e na Força Aérea Brasileira (FAB), o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Essas estruturas atuam como órgãos centrais executivos no planejamento, na orientação, na coordenação e no controle das atividades científicas, tecnológicas e de inovação das forças e coordenam, no âmbito delas, os órgãos executivos.

Já os centros e institutos civis seriam representados pelas universidades e instituições de pesquisa que, estando fora da alçada institucional do MD e dos Comandos Militares, eventualmente pudessem realizar pesquisas de interesse das Forças Armadas do país. Um levantamento bastante exploratório nesse sentido foi realizado em Schmidt (2013),

14. O CTA seria, mais tarde, rebatizado em algumas ocasiões, sendo, desde 2009, o DCTA.

a partir das associações dessas instituições com as empresas fornecedoras da Defesa Nacional, identificadas no Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).[15]

A indústria nacional, por sua vez, seria representada pelas empresas do setor que desenvolvessem atividades de P&D. A partir de uma base de mais de oitocentas empresas identificadas como parte da Base Industrial de Defesa Nacional (BID),[16] segmentadas em oito grupos principais de produtos de Defesa, identificou-se que 326 destas empresas constavam como respondentes da Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2011. Entre estas, 198 informaram ter realizado inovações de produto ou de processo no período compreendido entre 2009 e 2011. A título de comparação, os resultados gerais da PINTEC 2011 mostram que no período 2009-2011, do universo de 128.699 empresas com dez ou mais pessoas ocupadas, 45.950 implementaram produtos ou processos novos ou significativamente aprimorados, correspondendo a uma taxa geral de inovação de 35,7%. Consideradas em conjunto, as firmas identificadas que fizeram parte da amostra da PINTEC tiveram uma taxa geral de inovação de 60,7%. Já em relação ao dispêndio das firmas selecionadas do setor de Defesa em atividades inovativas no período entre 2009 e 2011, o total representou 2,56% da receita líquida de vendas em 2011, para toda a amostra da PINTEC. A subamostra de empresas identificadas como parte da BID foi de 4%. Assim, ainda que de forma preliminar, é possível apontar que as empresas do setor também desempenham um papel importante no sistema setorial de inovação em que estão inseridas.

4 INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM DEFESA NO BRASIL

4.1 Aspectos metodológicos – seleção das infraestruturas

Uma das principais contribuições do projeto em que se insere este trabalho é justamente a exploração da constituição de diversos sistemas setoriais de inovação sob uma perspectiva ainda pouco utilizada na literatura: a da infraestrutura de pesquisa existente e que pode ser aplicada com vistas ao desenvolvimento tecnológico dos setores.

A primeira etapa para tanto foi a identificação das infraestruturas nacionais que são voltadas para o SSI Defesa. Como abordado nas seções anteriores, a distinção precisa de fronteiras entre tecnologias civis e tecnologias militares tem se tornado crescentemente mais difícil e, consequentemente, a definição das áreas do conhecimento, instituições e infraestruturas dedicadas ao setor.

Assim, a partir da base de 1.760 infraestruturas identificadas na coleta de dados em 2013, optou-se por selecionar, para a análise deste capítulo, apenas aquelas que estão organizadas em instituições de pesquisa vinculadas ao MD. Embora, também como já visto neste artigo, seja bastante possível que outras infraestruturas da amostra também desenvolvam atividades com aplicação no setor, a ausência de setor(es) específico(s) de atividade econômica que possa(m) ser diretamente associado(s) à Defesa dificulta esta identificação precisa.

4.2 Características gerais da infraestrutura de pesquisa

Segundo o critério exposto, foram identificadas 44 infraestruturas, todas classificadas como laboratórios.[17] Todas as infraestruturas estão localizadas na região Sudeste. Isto justifica-se pelo fato de que a maior parte das instituições de pesquisa ligadas ao MD e às forças singulares encontra-se nesta região do país.[18]

---

15. Essas empresas foram identificadas em Schmidt, Moraes e Assis (2012).

16. As empresas referenciadas aqui foram identificadas no escopo de um projeto amplo envolvendo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ipea (Convênio nº 021/2013).

17. Cada infraestrutura da amostra foi solicitada a indicar qual era o tipo de infraestrutura, entre as seguintes opções: base de dados, biblioteca ou acervo, biotério, centro de computação científica, *datacenter* ou infraestrutura de TI, coleção de recursos biológicos, coleção de recursos minerais, estação ou fazenda experimental, estufa, câmara de crescimento ou viveiro, laboratório de informática para uso didático, estação ou rede de monitoramento, navio de pesquisa ou laboratório flutuante, observatório, planta ou usina-piloto ou outra.

18. A Marinha do Brasil possui diversas instituições localizadas no estado do Rio de Janeiro, onde ainda permanece grande parte da esquadra nacional, e possui um Centro Tecnológico em São Paulo. O Exército Brasileiro conta com o Instituto Militar de Engenharia (IME) e com o seu Centro Tecnológico e o Centro de Avaliação do Exército (CAEx). No caso da Força Aérea Brasileira, os laboratórios estão concentrados no campus do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

Ainda na caracterização, cada respondente foi solicitado a indicar qual(is) grande(s) área(s) do conhecimento estaria(m) associada(as) às infraestruturas, tendo sido permitido que mais de uma área fosse selecionada. Quase 80% das infraestruturas indicou a área de engenharias, seguida pelas ciências exatas e da terra.

A maior parte dos laboratórios foi criada a partir da década de 1990, com uma expansão desde o início dos anos 2000. Este fato parece estar relacionado com a consolidação da área de ciência e tecnologia no âmbito das Forças Armadas nacionais.[19]

A tabela 1 indica quais as fontes de financiamento que aportaram recursos nos laboratórios em estudo no ano de 2012.[20] O orçamento próprio das instituições foi indicado como a maior fonte de recursos, seguido pela Petrobras. Se este não é um resultado surpreendente, a participação expressiva da Petrobras no financiamento total concedido a essas infraestruturas merece destaque, uma vez que o aporte foi feito a poucos laboratórios da amostra. A terceira maior fonte de financiamento é a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), com recursos distribuídos a onze laboratórios, seguido dos Fundos de Amparo à Pesquisa (FAPs).

TABELA 1
Financiamentos recebidos por entidade financiadora

Entidade financiadora	Renda (R$)	Contribuição (%)	Número de infraestruturas
Própria instituição	19.061.500,00	26,44	14
Petrobras	16.902.628,00	23,45	5
FINEP	15.639.347,00	21,69	11
Fundo de Amparo à Pesquisa (FAP)	5.122.000,00	7,11	10
Empresa privada	4.524.711,00	6,28	6
Outra	4.193.131,00	5,82	3
CNPq	2.564.000,00	3,56	12
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)	2.022.000,00	2,80	9
Prestação de serviços	2.000.000,00	2,77	5
Outra empresa pública	60.000,00	0,08	1

Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

O levantamento buscou identificar quando foi feita a última modernização relevante de equipamentos nos laboratórios, ou mesmo a modernização de toda a infraestrutura. Assim como o observado na amostra mais ampla da pesquisa,[21] a maior parte das instituições passou por modernização nos últimos cinco anos: 34 infraestruturas, ou 77% da amostra de estudo, informaram ter passado por modernização nos últimos cinco anos.

4.3 Recursos humanos

Os resultados apurados indicam um relativo equilíbrio entre o número de profissionais de apoio administrativo e de pesquisadores: um total de 145 pessoas atuam em áreas de apoio técnico e administrativo dos laboratórios, enquanto 170 pesquisadores são dedicados às atividades finalísticas das infraestruturas. Considerando este total de 170, tem-se que, na média, cada laboratório conta com menos de quatro pesquisadores, o que indica, *a priori*, uma baixa escala de atuação dessas infraestruturas.[22] Nesse aspecto, este grupo de laboratórios pouco se diferencia da amostra ampla, em que números bem próximos foram obtidos.

19. É curioso notar que o período compreendido entre 1970 e o fim da década de 1980, associado ao chamado "período de ouro" da indústria de Defesa Nacional, quando as empresas do setor vivenciaram o ápice das exportações, parece estar associado à existência de uma infraestrutura científica e tecnológica bastante reduzida. Algumas hipóteses podem ser levantadas para esta constatação. Uma primeira possibilidade é que os laboratórios de pesquisa da área existentes à época possam ter encerrado suas atividades e dado lugar a novas infraestruturas, mais alinhadas com as necessidades científicas e tecnológicas contemporâneas. Neste mesmo sentido, seria ainda razoável supor que até o fim dos anos 1980 a infraestrutura científica e tecnológica mais robusta não fosse tão relacionada com o desenvolvimento da competitividade da indústria como o é na atualidade, dado que os principais produtos exportados pelo Brasil à época não eram marcados por seu elevado conteúdo tecnológico.

20. A coleta de dados foi feita em 2013, tendo como referência o ano de 2012.

21. Os resultados preliminares para a amostra ampla de estudo foram divulgados em Squeff e De Negri (2014).

22. Em relação ao número de pesquisadores, o valor mínimo observado foi um pesquisador, e o máximo 29 pesquisadores.

Os coordenadores foram adicionalmente solicitados a indicar qual a carga horária semanal de dedicação dos pesquisadores à infraestrutura (tabela 2). Ressalte-se que se buscou verificar o tempo de efetivo exercício de atividades nos laboratórios, não tendo sido consideradas, para essa resposta, as horas semanais dedicadas às atividades administrativas de coordenação, por exemplo.

As respostas tabuladas a seguir foram polarizadas: a maior parte dos pesquisadores atua por mais de trinta horas semanais na infraestrutura (65%), sendo este grupo seguido por aqueles que atuam apenas por até dez horas semanais (24%). Comportamento semelhante foi observado na amostra ampla, mas no caso do SSI Defesa é ainda mais intensa a dedicação dos pesquisadores a atividades efetivas do laboratório. Essa constatação é de certa forma esperada, haja vista que a maioria das instituições ora analisadas não são instituições de ensino,[23] mas prioritariamente voltadas à P&D.

TABELA 2
Pesquisadores por tempo de dedicação à infraestrutura

Tempo de dedicação	**Total**
Até dez horas semanais	**45**
Mais de vinte horas a trinta horas semanais	**8**
Mais de dez horas a vinte horas semanais	**14**
Mais de trinta horas semanais	**122**

Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

Outro aspecto investigado foi a qualificação dos pesquisadores em atividade: entre os 170 pesquisadores distintos em atividade nessas infraestruturas, 102 são doutores (60%) e 42 são mestres (25%), percentuais próximos aos observados para o total de infraestruturas.

4.4 Operação da infraestrutura

Quando questionadas de forma ampla, 38 infraestruturas, isto é, 86% afirmaram que prestavam algum tipo de serviço, como indica o gráfico 1A. Este percentual é expressivamente mais alto que o encontrado na amostra ampla da pesquisa (69%), e pode estar associado à natureza mais aplicada das pesquisas desenvolvidas no âmbito das Forças Armadas. Na sequência, os coordenadores foram solicitados a indicar especificamente se prestavam serviços a empresas, e o percentual caiu para 61%, isto é, 27 infraestruturas do total de 44 (gráfico 1B). A despeito dessa redução observada, é necessário ressaltar que a queda observada neste grupo de laboratórios foi bem menor que a observada na amostra ampla, em que o percentual caiu de 69% para 43% quando o foco passou a ser os serviços prestados a empresas. Este percentual não é apenas mais alto que a média, como também é superior ao observado em setores em que há uma tradicional interação entre a pesquisa científica e a atividade produtiva. Essa é uma indicação relevante sobre o aproveitamento da infraestrutura científica do setor pela indústria de Defesa Nacional.

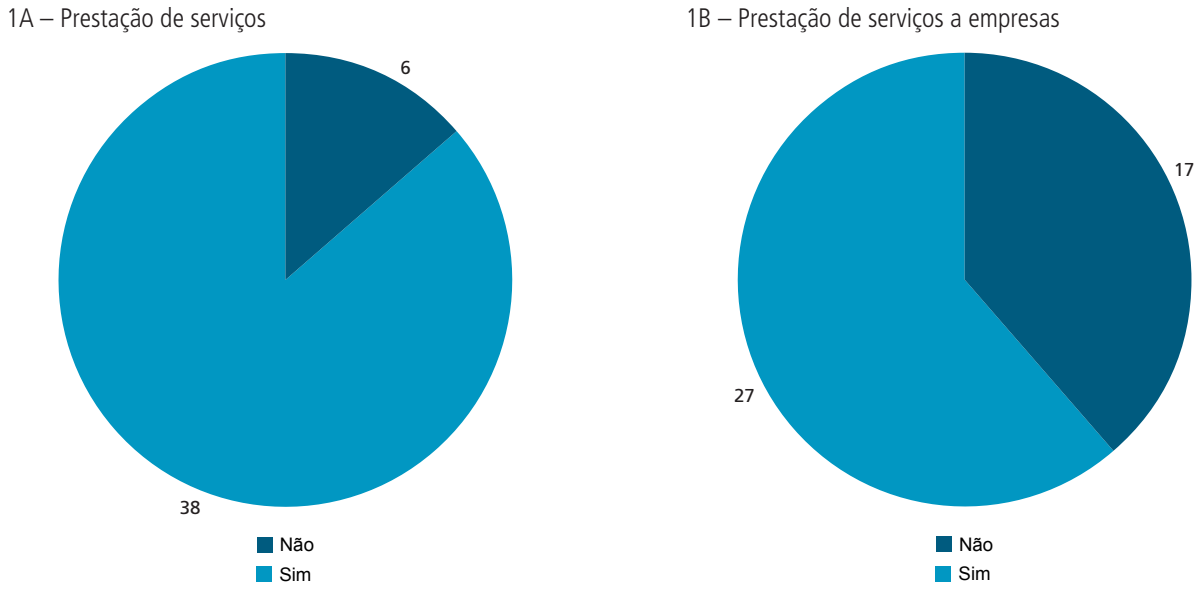
Foram ainda apontados como clientes importantes dessas infraestruturas o governo, com 27% dos respondentes, e a própria academia, com 43%.

Seguiu-se investigando a operação desses laboratórios por meio de uma questão que associava a intensidade de uso das instalações e equipamentos da infraestrutura para diversas atividades. Os resultados, expostos no gráfico 2, indicam que as atividades de pesquisa e de desenvolvimento de tecnologias ocorrem de forma contínua, em intensidade bem maior que a prestação de serviços, ensino e extensão. Esse resultado contrasta com o observado na amostra ampla, em que as atividades de prestação de serviços tecnológicos, extensão tecnológica e de desenvolvimento de novas tecnologias ocorrem em intensidade bem menor no âmbito dessas infraestruturas

23. São exceções a esse caso o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e o Instituto Militar de Engenharia (IME), cuja missão está ligada ao ensino, tanto em nível de graduação como de pós-graduação.

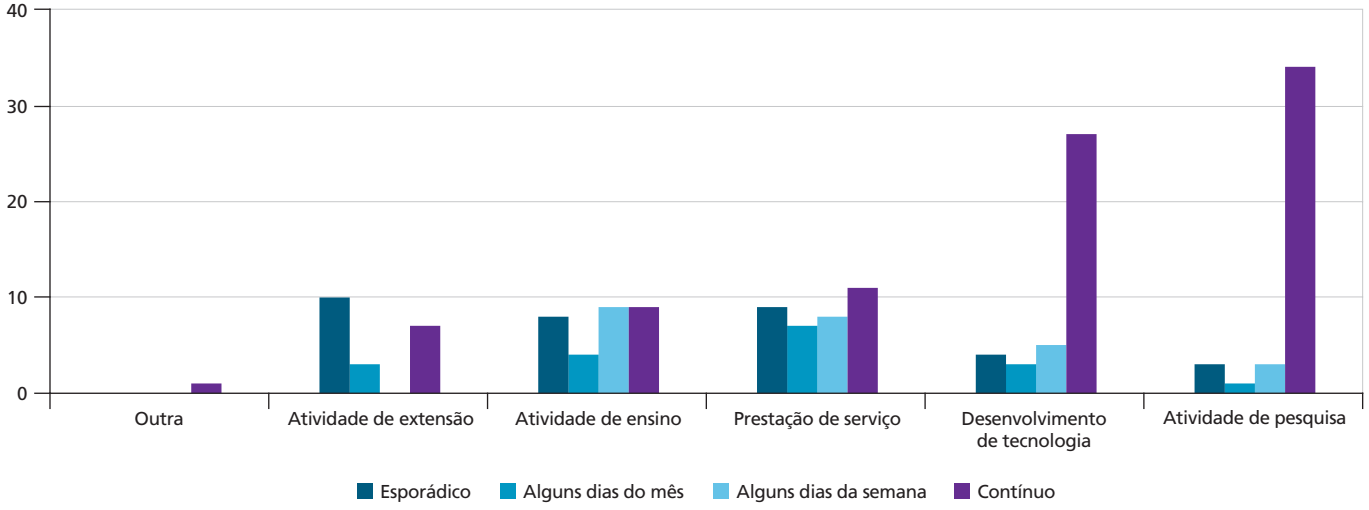
do que as atividades de ensino e pesquisa. No caso dos resultados apurados para as 1.760 infraestruturas da base, as atividades de pesquisa ocorrem continuamente em 81% da amostra, e as de ensino em 40% dos respondentes. Mais uma vez, a explicação possível para esta oposição de resultados pode ser atribuída ao fato de que a maioria das instituições estudadas no SSI Defesa não é composta por instituições de ensino por natureza, diferentemente do que ocorre na amostra ampla, composta em sua maioria por universidades.

GRÁFICO 1
Prestação de serviços pelos laboratórios
(Em número de infraestruturas)



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.

GRÁFICO 2
Intensidade de uso das instalações e dos equipamentos por atividade
(Em número de infraestruturas)



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

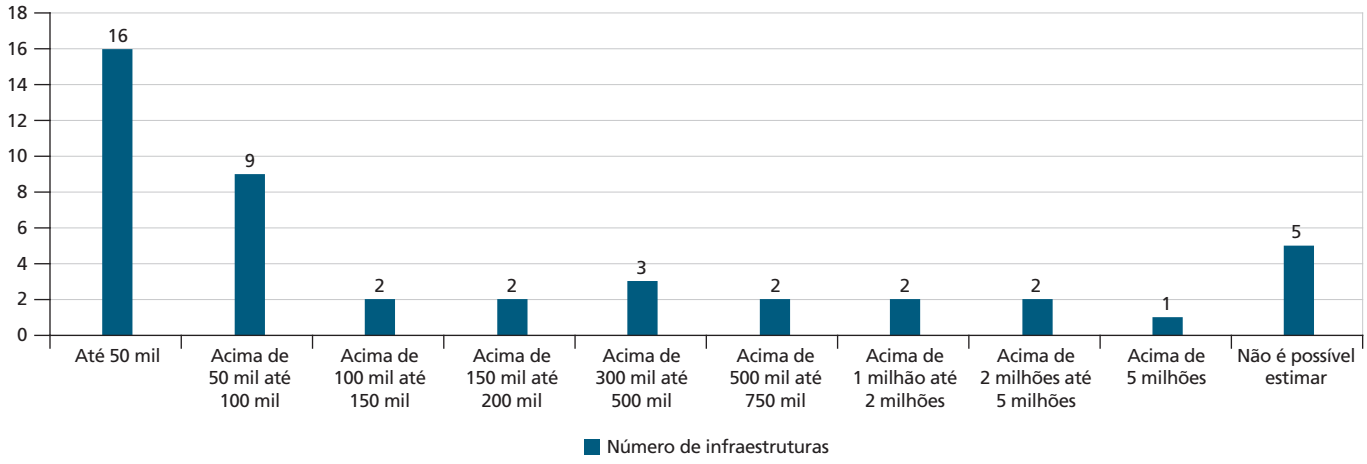
Dado que se acredita que a maior abertura das infraestruturas a usuários externos[24] é um fator que favorece o desenvolvimento tecnológico, investigou-se ainda se os laboratórios seriam ou não abertos a usuários externos. Em primeiro lugar, é oportuno notar que 25 laboratórios, entre os 44 em estudo, receberam usuários externos; estes números, em percentuais, são próximos aos observados na amostra ampla. Os usuários externos mais significativos foram pesquisadores de outras instituições, seguidos por alunos de pós-graduação. Ainda que 27% dos laboratórios tenham informado que receberam, em 2012, pesquisadores de empresas, estes foram apenas 13% entre o total de usuários externos observados.

4.5 Valores estimados, custos operacionais e receitas

Buscou-se, ainda, obter estimativas de valores de custos operacionais, receitas, equipamentos de pesquisa e da infraestrutura como um todo junto aos coordenadores. Todas as questões, assim como o resto do questionário, tinham como referência o ano de 2012.

Em relação aos custos operacionais no nível da infraestrutura (gráfico 3), mais de 50% associaram seus custos às duas categorias de menor valor, seguidos por um grupo de 15%, que informou estar na categoria imediatamente superior. É válido destacar que cinco laboratórios não souberam informar, mesmo para estas opções categóricas e estimadas, o seu custo operacional de funcionamento anual. Uma possível explicação para este fato é que a infraestrutura/laboratório não parece ser, na maioria das instituições, um nível comum para os seus centros de custo. Assim, mesmo os dados informados pelos respondentes, que indicaram uma das opções, devem ser considerados com cautela, dado que podem ser imprecisos.

GRÁFICO 3
Custos operacionais anuais por infraestrutura
(Em R$)

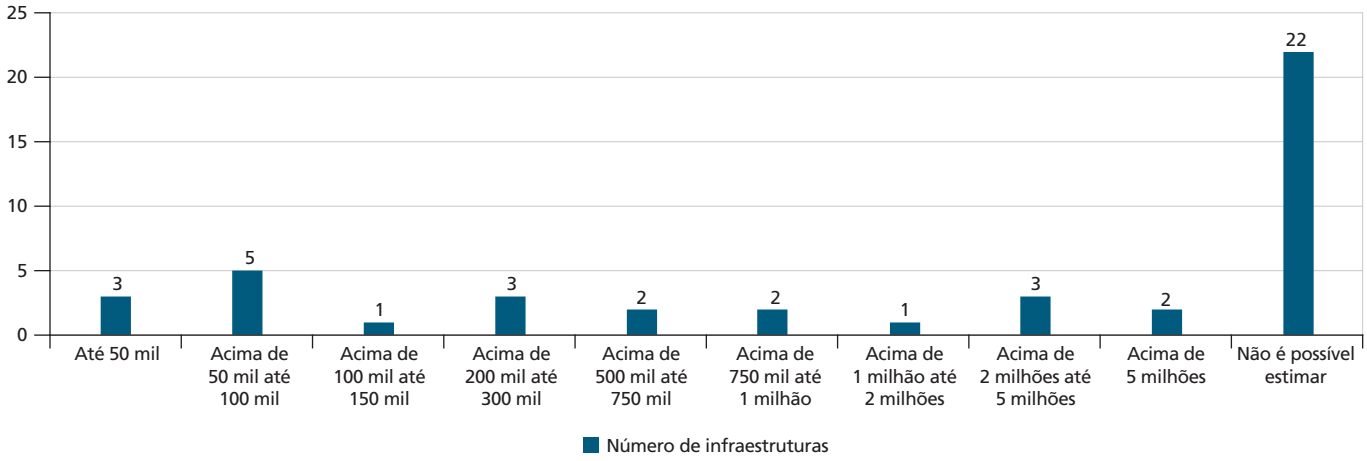


Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.

Analogamente, algumas faixas possíveis para as receitas foram apresentadas para que os respondentes indicassem qual a mais apropriada para a sua infraestrutura (gráfico 4). Neste caso, o número de coordenadores que não soube dar qualquer resposta foi ainda maior que o anteriormente observado no caso dos custos operacionais: 50%. Seguiu-se a isso o grupo com receitas estimadas nas duas menores faixas, com oito infraestruturas. Apenas dez infraestruturas informaram ter tido, em 2012, receitas superiores a R$ 500 mil.

24. Para esta pesquisa, usuários externos foram definidos para os respondentes como "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". Assim, 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 da infraestrutura.

GRÁFICO 4
Receitas anuais por infraestrutura
(Em R$)



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

Foi ainda realizada estimativa em relação ao valor total do conjunto de equipamentos de pesquisa (tabela 3). Vinte e cinco por cento dos laboratórios informaram que o somatório de seus equipamentos não excedia R$ 100 mil. Apenas doze infraestruturas, de acordo com estes resultados, possuem patrimônio de equipamentos superior a R$ 1 milhão.

TABELA 3
Valor estimado do conjunto dos equipamentos de pesquisa, por infraestrutura
(Em R$)

Equipamentos de pesquisa	Número de infraestruturas
Até 100 mil	11
Acima de 100 mil até 250 mil	2
Acima de 250 mil até 500 mil	9
Acima de 500 mil até 1 milhão	10
Acima de 1 milhão até 2 milhões	6
Acima de 2 milhões até 3 milhões	1
Acima de 3 milhões até 5 milhões	2
Acima de 5 milhões até 7 milhões	1
Acima de 7 milhões até 10 milhões	1
Acima de 15 milhões até 20 milhões	1

Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

Por fim, o último momento desta seção do formulário tratou da estimativa do valor total da infraestrutura. Igualmente observa-se, na tabela 4, uma concentração alta dos respondentes na faixa mais baixa entre as opções sugeridas: 55%, representados por 24 infraestruturas. Apenas cinco infraestruturas informaram ter valor superior a R$ 5 milhões.

TABELA 4
Valor estimado da infraestrutura
(Em R$)

Infraestrutura	Número de infraestruturas
Até 500 mil	24
Acima de 500 mil até 1 milhão	7
Acima de 1 milhão até 3 milhões	7
Acima de 3 milhões até 5 milhões	1

(Continua)

(Continuação)

Infraestrutura	Número de infraestruturas
Acima de 5 milhões até 10 milhões	2
Acima de 10 milhões até 20 milhões	1
Acima de 20 milhões até 30 milhões	1
Acima de 30 milhões até 50 milhões	1

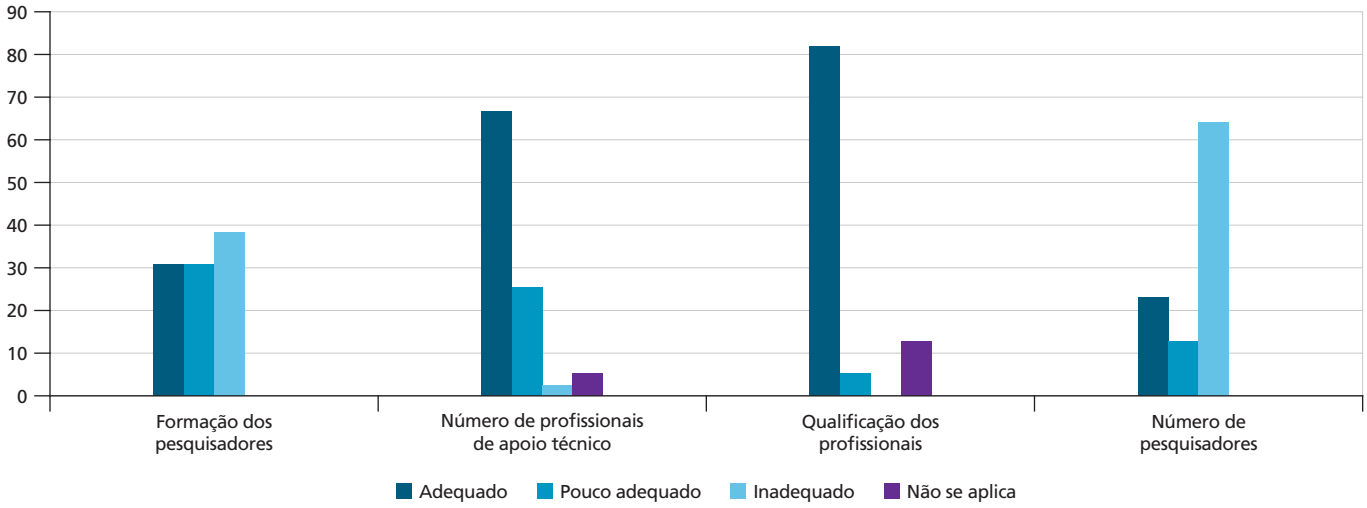
Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

4.6 Avaliação das condições gerais

O último módulo do formulário solicitou aos respondentes que realizassem avaliações perceptuais de alguns atributos de suas infraestruturas, assim como uma avaliação geral da capacidade técnica delas.

No gráfico 5 são expostos, em termos percentuais, os resultados da avaliação dos coordenadores sobre o pessoal que atua na infraestrutura, tanto para os pesquisadores como para os membros das equipes de apoio técnico e administrativo. O número de pesquisadores foi predominantemente reputado como inadequado (64%). Essa mesma constatação se estendeu à apreciação da formação dos pesquisadores: 38,5% consideram-na inadequada, embora quase 31% tenham indicado este aspecto como "adequado" ou "pouco adequado". A avaliação foi melhor para os profissionais de apoio técnico e administrativo, tanto em relação ao quantitativo existente, quanto à qualificação: 82% e 67%, respectivamente, consideraram estes atributos como "adequados".

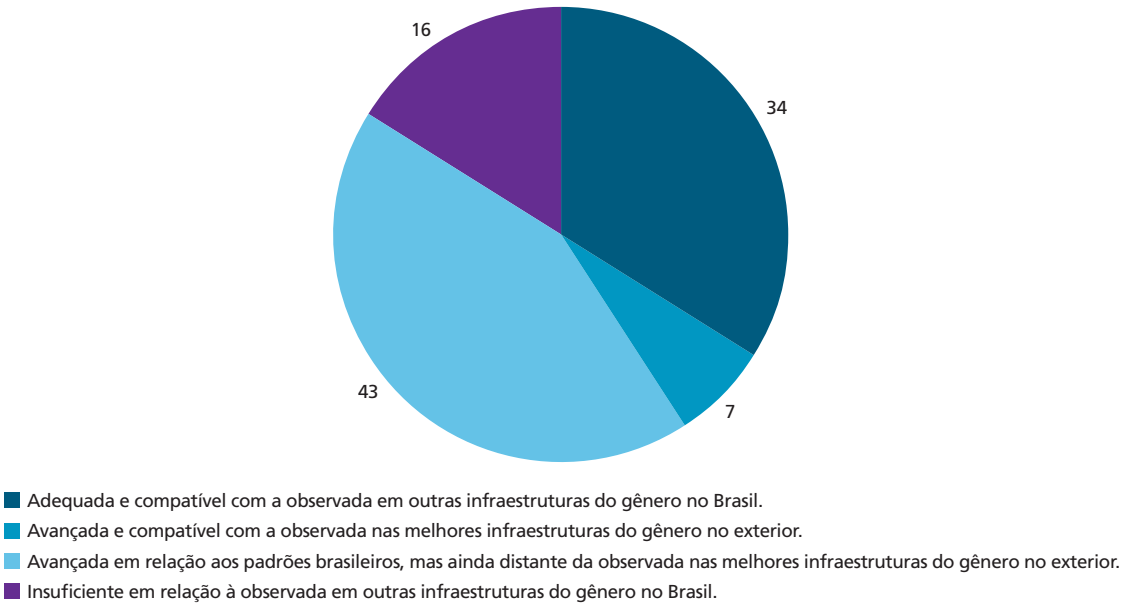
GRÁFICO 5
Avaliação de recursos humanos
(Em %)



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

No último item do questionário, os coordenadores fizeram uma avaliação geral da capacidade técnica das infraestruturas (gráfico 6). Trinta e quatro por cento dos respondentes consideram-se equivalentes a seus pares no país. Apenas 7% informaram considerar as infraestruturas sob sua responsabilidade como "avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior". Esse é um dado preocupante, haja vista que mesmo na amostra ampla esse percentual foi mais alto (13%), e que a aspiração nacional pelo desenvolvimento endógeno de produtos de Defesa tecnologicamente competitivos pode encontrar na infraestrutura científica e tecnológica uma barreira à sua concretização. A constatação de que 43% dos respondentes indicaram a opção "avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior" reforça esta preocupação. Outro dado revelado por essa questão foi que 16% consideram mesmo a sua capacidade técnica "insuficiente em relação à observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil".

GRÁFICO 6
Avaliação da capacidade técnica da infraestrutura
(Em %)



Fonte: MCTI; CNPq; Ipea.
Elaboração da autora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo discutir a organização do SSI em Defesa no Brasil, com ênfase na análise da infraestrutura de C,T&I existente no país, *vis*-à-*vis* os objetivos nacionais para o setor.

Como suporte a essa discussão, foi realizada uma revisão sobre a constituição, em seis países selecionados (Reino Unido, Estados Unidos, Espanha, França, Suécia e China), da organização dos respectivos SSIs em Defesa. Foi adicionalmente abordada a constituição do SSI em Defesa no Brasil e o seu arcabouço institucional.

Ainda que comparações diretas pareçam pouco razoáveis em função do próprio histórico diferenciado entre os SSIs de diferentes países, os dados analisados até aqui sugerem que, mesmo apresentando algumas características distintivas em relação ao restante da amostra do levantamento completo composto pelas 1.760 infraestruturas, os laboratórios nacionais dedicados a atividades de Defesa ainda apresentam escala bastante reduzida em relação às infraestruturas dedicadas à mesma área no exterior. Se couberem as ressalvas quanto ao fato de que neste trabalho foi analisada apenas uma amostra dos laboratórios existentes no âmbito do MD e das Forças Armadas, e de que outras instituições civis não foram contempladas na amostra analisada, permanece válido supor que é bem pouco provável que mesmo se todo o universo tivesse sido mapeado estas conclusões se alterariam.

Uma possível razão para esse cenário é o fato de que o Brasil dispõe, até a atualidade, de uma estrutura de governança de suas infraestruturas pouco centralizada. Embora o MD conte com um Departamento de Ciência e Tecnologia Industrial, a gestão direta dos laboratórios ainda é feita pelas três Forças Armadas. Cabe observar ainda que mesmo dentro das forças não existe apenas uma grande instituição dedicada à atividade, sendo a de C,T&I descentralizada em diversos institutos. Ainda que se possa argumentar que cada instituto atua em áreas distintas e com finalidades diversas dentro do processo de desenvolvimento científico e tecnológico de Defesa, com localizações dispersas no território nacional, observou-se que a combinação de várias atividades e centros localizados em pontos distintos naqueles que tradicionalmente se identificaram como “laboratórios nacionais” faz parte da realidade das infraestruturas dos países analisados.

Os laboratórios nacionais foram originalmente conceituados no Sistema Nacional de Inovação norte-americano, a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, com dois objetivos principais: *i)* a provisão de grandes equipamentos para a pesquisa básica; e *ii)* infraestruturas seguras para desenvolvimentos voltados à Segurança Nacional. A premissa da organização desses laboratórios era a grande escala, dado que se acreditava que "a pesquisa científica moderna exige o trabalho de pessoas em equipes de tamanho grande e o uso de instrumentos muito caros" (Westwick, 2003). O mesmo autor indica que, nesses termos, a escala e o custo dos equipamentos os colocavam além do alcance das universidades individualmente, de modo que os laboratórios nacionais os teriam para uso de acadêmicos e instituições industriais. Embora seja um conceito norte-americano, os movimentos mais recentes (décadas de 1990 e 2000) de outros países seguiram a tendência de consolidação para a obtenção de escala nas pesquisas em Defesa.

O conjunto de resultados aqui expostos coloca em pauta algumas questões sobre o futuro desses laboratórios. É importante que os formuladores de políticas públicas lidem com essas questões que, mesmo parecendo marginais na atualidade, implicam em escolhas que podem ter um grande impacto estratégico no futuro.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J. D.; CHIANG, E. P.; JENSEN, J. L. The influence of federal laboratory R&D on industrial research. **Review of Economics and Statistics**, 85(4): 1003-1020, 2003.

AUTIO, E.; HAMERI, A.-P.; VUOLA, O. A framework of industrial knowledge spillovers in big-science centers. **Research Policy**, 33(1): 107-126, 2004. doi: 10.1016/S0048-7333(03)00105-7.

AVADIKYAN, A.; COHENDET, P. Between market forces and knowledge based motives: the governance of defence innovation in the UK. **The Journal of Technology Transfer**, 34(5): 490-504, 2009.

CHEUNG, T. M. The chinese defense economy's long march from imitation to innovation. **The Journal of Strategic Studies**, 34(3): 325-354, 2011.

COWAN, R.; FORAY, D. Quandaries in the economics of dual technologies and spillovers from military to civilian research and development. **Research Policy**, 24(6): 851-868, 1995. doi: 10.1016/0048-7333(94)00802-7.

JAMES, A. D. Organisational change and innovation system dynamics: the reform of the UK government defence research establishments. **The Journal of Technology Transfer**, 34(5): 505-523, 2009. doi: 10.1007/s10961-008-9104-0.

LIBAERS, D. Industry relationships of DoD-funded academics and institutional changes in the US university system. **The Journal of Technology Transfer**, 34(5): 474-489, 2009.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, 36(10): 1512-1528, 2007. doi: 10.1016/j.respol.2007.06.007.

MORAES, R. F. **A inserção externa da indústria brasileira de Defesa**: 1975-2010. Brasília: Ipea, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1715.pdf>.

MOWERY, D. C. National security and national innovation systems. **The Journal of Technology Transfer**, 34(5): 455-473, 2009. doi: 10.1007/s10961-008-9100-4.

ORTEGA, V.; MOLAS, J.; CARPINTERO, N. Las innovaciones tecnológicas y la defensa. **Cuadernos Cátedra Isdefe-UPM**, 2007. Disponível em: <http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wp-content/uploads/2010/09/CUADERNO-NUMERO-1.pdf>.

RODENGEN, J. L. **A história da Embraer**. Fort Lauderdale-FL: Write Stuff Enterprises, 2009.

SCHMIDT, F. H. **Ciência, tecnologia e inovação em Defesa**: notas sobre o caso do Brasil. Brasília: Ipea, 2013. (Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, n. 24).

SCHMIDT, F. H.; MORAES, R. F.; ASSIS, L. R. S. **A dinâmica recente do setor de Defesa no Brasil**: notas sobre o comportamento da demanda e o perfil das firmas contratadas. Brasília: Ipea, 2012. (Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, n. 19). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=14294&Itemid=8>.

SILVA FILHO, E. B. da; MORAES, R. F. **Dos "dividendos da paz" à guerra contra o terror**: gastos militares mundiais nas duas décadas após o fim da Guerra Fria – 1991-2009. Brasília: Ipea, 2012. Disponível em: <http://ideas.repec.org/p/ipe/ipetds/1754.html>.

SQUEFF, F. H. S. **Sistema setorial de inovação em defesa**: análise do caso do Brasil. Brasília: Ipea, 2014. No prelo.

SQUEFF, F. H. S.; DE NEGRI, F. **Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil**: análises preliminares. (Nota Técnica, n. 21). Brasília: Ipea, 2014. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/140627_nt_diset_21.pdf>.

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**, 65(5): 523. [S.l.], 1994. doi: 10.2307/2943776.

WESTWICK, P. J. **The national labs**: science in an american system, 1947-4974. London, England: Harvard University Press, 2003.

CONHECIMENTO COM PERFIL INOVADOR NAS INFRAESTRUTURAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS NO BRASIL[1]

Pedro Miranda[2]
Graziela Zucoloto[3]

1 INTRODUÇÃO

Este artigo avalia o grau de concentração de "conhecimento com perfil inovador", mensurado a partir de estatísticas de patentes em infraestruturas de pesquisa de instituições de ciência e tecnologia. A análise está inserida no projeto Mapeamento de Infraestruturas de Pesquisa, realizado em parceria entre o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e o Ipea. Este projeto gerou uma base de informações sobre tais infraestruturas brasileiras, referentes ao ano de 2012, denominado Diretório de Instituições de Pesquisa (DIP), que inclui características como porte, idade, concentração regional, natureza da atividade e grau de interação com o setor produtivo. A partir destas informações, pretende-se apontar se há características dessas infraestruturas que estão associadas à concentração de "conhecimento com perfil inovador".

A abordagem sistêmica da inovação considera que os processos de produção, difusão e uso de ciência, tecnologia e inovação (C, T&I) são influenciados, simultaneamente, por fatores organizacionais, institucionais e econômicos. De acordo com este referencial, as empresas não inovam de forma independente, mas atuam em redes de relações com outras empresas e com a infraestrutura de pesquisa pública e privada (universidades e institutos de pesquisa), sendo influenciada pelos aspectos legais, sociais e econômicos vigentes. Deste modo, as universidades e os institutos de pesquisa aparecem como um dos pilares na geração de novos conhecimentos.

Associadas às missões tradicionais de ensino e pesquisa, as universidades passaram a atuar na transferência de conhecimento para a sociedade e, mais especificamente, para o mercado. Se, em seus primórdios, as universidades se concentravam somente nas atividades de ensino, ao longo do tempo passaram a enfatizar a interconectividade entre o ensino e a pesquisa e, como geradoras de conhecimento, tornaram-se objeto de interesse do setor produtivo (Garnica e Torkomian, 2009).

A aproximação entre as universidades e o setor produtivo é cada vez mais aceita no mundo acadêmico e vem sendo incentivada por políticas governamentais. A transferência do conhecimento gerado nessas instituições ao setor produtivo e à sociedade tornou-se uma função adicional entre suas atividades, fazendo com que a proteção jurídica dos resultados da pesquisa ganhe importância. A expansão das agendas de pesquisa acadêmica, por meio de questões relacionadas à demanda do setor privado, pode criar um estímulo extra para as interações (Lobosco *et al.*, 2011).

A transferência de tecnologia de instituições de pesquisa envolve várias etapas, tais como a revelação da invenção, o patenteamento, o licenciamento, o uso comercial da tecnologia pelo licenciado e a distribuição dos *royalties*. O licenciamento de uma patente permite que as empresas possam adquirir novas tecnologias sem a necessidade de participar dos estágios iniciais, caros e arriscados, de pesquisa e desenvolvimento (P&D), possibilitando o compartilhamento de riscos e custos com outras instituições (Dias e Porto, 2013).[4]

---

1. Os autores agradecem a Debora Luzia Penha, bolsista da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea, pela colaboração no tratamento dos dados.

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

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

4. As licenças podem ser exclusivas ou não exclusivas, envolver ou não o pagamento de *royalties*, e incluir ou não o direito de sublicenciamento. De acordo com Lobosco *et al.* (2011), a maioria das empresas dos setores químico e farmacêutico requer licença exclusiva, devido aos altos custos e ao longo tempo do desenvolvimento dos produtos; já setores como eletrônica e informática preferem licenças não exclusivas, pois desejam incorporar a tecnologia a processos já existentes e, portanto, não necessitam do direito de exclusividade.

A complexidade desse processo é permeada por diferenças de valores, conceitos e cultura organizacional. Devido ao alto grau de especificidade e complexidade exigido no processo colaborativo entre universidade e empresa, foram criadas estruturas organizacionais para gerenciar a propriedade intelectual e a transferência de tecnologia nessas instituições. Entre as legislações criadas para este fim, cabe destacar o Bayh-Dole Act, aprovado em 1980 nos Estados Unidos e que se tornou marco no debate sobre o patenteamento universitário e, no Brasil, a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004).

Nas infraestruturas de pesquisa, o conhecimento é majoritariamente divulgado a partir de artigos científicos. Entretanto, especialmente nas últimas décadas, as patentes vêm se destacando como forma de consolidação e divulgação deste conhecimento, em especial quando tal conhecimento representa uma invenção com potencial de se transformar em uma inovação – ou seja, de se transformar em um produto ou processo novo no mercado. Neste caso, os pesquisadores e suas respectivas instituições teriam maior interesse em patenteá-lo, dados os possíveis retornos gerados e a possibilidade de ver a invenção se transformar em algo útil à sociedade. Deste modo, as patentes seriam um indicador da presença de "conhecimento com perfil inovador" ou, de outro modo, representariam aquele com maior possibilidade de gerar articulação com o setor produtivo.

De maneira análoga ao observado em empresas, algumas características das infraestruturas de pesquisa poderiam apresentar maior potencial de concentração de tal conhecimento. No âmbito empresarial, observa-se que empresas de maior porte concentram esforços e apresentam estruturas mais robustas dedicadas à pesquisa e desenvolvimento. Nota-se também que, mais do que a estrutura produtiva, a pesquisa e as inovações tecnológicas apresentam forte concentração regional. Diversos trabalhos (De Negri, 2005) também consideram que a idade das firmas, *proxy* para sua maturidade, está positivamente correlacionada à presença de inovações tecnológicas. Outro fator relevante é a qualificação da mão de obra envolvida, que apresenta relação positiva com o desenvolvimento tecnológico. A cooperação entre instituições de pesquisa e empresas também estaria associada à presença de conhecimento com perfil inovador (IBGE, 2011).

Desse modo, este trabalho busca analisar se características análogas às observadas no setor privado também estão associadas à concentração de conhecimento com perfil inovador nas infraestruturas de pesquisa.

Este artigo apresenta três seções, além desta introdução. A seção 2 trata dos aspectos metodológicos. A seção 3 é dedicada à análise dos dados. Por fim, na seção 4 são feitas as considerações finais.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A mensuração do bloco/volume de conhecimento presente em cada uma das infraestruturas analisadas foi realizada por meio de estatísticas de patentes. A concessão de uma patente exige, entre outros, a existência de: *i)* novidade; *ii)* atividade inventiva ou que o objeto da patente não seja resultado óbvio do estado da técnica; e *iii)* utilidade industrial ou capacidade da tecnologia de modificar a natureza (Barbosa, 2010; OECD, 2009). Os dois primeiros prerrequisitos não deixam dúvidas com relação à associação entre patente e conhecimento. Ao mesmo tempo, o terceiro circunscreve o conhecimento representado a um conjunto específico. Diferente do caso de artigos acadêmicos, o conhecimento objeto de patentes é exclusivamente aquele com potencial de aproveitamento pelo setor produtivo ou, ainda, com perfil inovador. Desta forma, as estatísticas de patentes se colocam como um indicador para caracterização de Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) com maior potencial de articulação com o setor produtivo e atuação no desenvolvimento tecnológico.[5]

Argumenta-se que o conhecimento gerado nas universidades e nos centros de pesquisa apresenta maior probabilidade de se tornar uma inovação de fato, alcançando a sociedade, se for patenteado. As patentes seriam

5. Cabe ressaltar que os indicadores baseados em patentes estão sendo utilizados de forma alternativa à comumente adotada na literatura (Hall, 2009; OCDE, 2009; Nagaoka, Motohashi e Goto, 2010), em que as patentes representam uma *proxy* da presença da atividade inventiva realizada nas instituições. Neste trabalho, as patentes são *proxy* para a presença do conhecimento patenteado, o qual pode ter sido gerado ou não na infraestrutura em que se encontrava o pesquisador-inventor no momento da pesquisa. Deste modo, não está sendo medida uma relação de causalidade entre as características da infraestrutura e a geração de conhecimento, mas sim se tais características estão associadas à concentração de conhecimento patenteado.

um instrumento de incentivo à inovação e, sem elas, muitas invenções acadêmicas correriam o risco de não ser exploradas. Instituições de pesquisa possuem capacidade para gerar invenções, mas muitas vezes não têm condições (ou interesse) de realizar o trabalho de desenvolvimento e comercialização. Ao patenteá-las e licenciá-las seriam, ao mesmo tempo, remuneradas pela invenção e permitiriam que ela se tornasse de fato uma inovação, com benefícios à sociedade. Além disso, o recebimento de *royalties* seria uma maneira de remunerar o Estado pelo financiamento de tais invenções, evitando que fossem gratuitamente apropriadas por outras organizações.

Além disso, há ainda a possibilidade de pesquisadores deixarem de publicar artigos acadêmicos, ou retardarem tais publicações, até que o pedido da patente correlata seja realizado, atrasando a livre divulgação do novo conhecimento, dado que em muitos países a novidade expira no momento de divulgação da invenção. Em muitos casos, estas críticas não fazem sentido, dado que muitos países adotam o chamado "período de graça" – concessão de um prazo a partir da data de divulgação de uma invenção para seu autor depositar o pedido de patente. No Brasil, este período é de doze meses, e a divulgação deve ter sido promovida pelo inventor, pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) – sem o consentimento do inventor – ou por terceiros, baseada em informações obtidas do inventor – diretamente ou em decorrência de atos por ele realizados.[6]

Para a análise a seguir, foram utilizados os 1.054 pedidos de patentes depositados no Inpi, no período de 2007 a 2011, e que possuem entre seus inventores ao menos um pesquisador integrante da base DIP.[7] A opção por concentrar a análise em período recente está associada à entrada em vigor da Lei de Inovação. Como já mencionado, este foi um instrumento importante de incentivo à atividade de patenteamento nas instituições científicas.

Como apresenta a tabela 1, a DIP possui em seus registros 1.760 infraestruturas, vinculadas a 129 instituições.[8] Estas infraestruturas integram 7.714 pesquisadores, dos quais oitocentos constam como inventores de ao menos um pedido de patente depositado no período de análise.[9] Esse último grupo está associado a 548 infraestruturas de 52 instituições.

TABELA 1
Número de infraestruturas, instituições e pesquisadores por característica de patenteamento

Patenteamento	Número de infraestruturas	Número de instituições	Número de pesquisadores	Número de pesquisadores-hora	Número de patentes	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
Sim	548	52	800	764	591	1,08	0,77
Não	1.212	77	6914	5972	0	0,00	0,00
Total	**1.760**	**129**	**7.714**	**6.735**	**591**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

Considerando que um pesquisador pode integrar mais de uma infraestrutura, o tamanho do corpo de pesquisadores de cada uma delas foi calculado de forma ponderada pela carga horária de dedicação do pesquisador, atribuindo-se o peso de um quarto a cada bloco de dez horas semanais.[10, 11] Desta forma,

6. Entretanto, nem todos os países adotam o período de graça, enquanto outros o fazem por seis meses. Além disso, de acordo com Thursby e Thursby (2003), em alguns casos o licenciamento universitário inclui cláusulas que não permitem a divulgação das informações por meio de artigos e, em outros, se pede que a publicação em tais artigos seja postergada. Tais problemas tendem a ocorrer mais frequentemente em casos nos quais a empresa, e não o agente público, é a financiadora da pesquisa.

7. Para uma descrição mais detalhada de DIP ver Squeff e De Negri (2014).

8. A DIP possui, em seus registros, informações de 2.119 infraestruturas. No entanto, nesta análise foram consideradas apenas as 1.760 infraestruturas que realizam atividades de pesquisa nas áreas de ciências exatas e da terra, engenharias, ciências agrárias, ciências da saúde e ciências biológicas. Cada uma destas infraestruturas está vinculada a uma instituição como, por exemplo, o Laboratório de Química de Materiais Avançados (LAQMA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

9. Considerando todas as 2.119 infraestruturas da DIP, a base possui um conjunto de 8.361 pesquisadores integrantes, sendo 883 apenas coordenadores, 5.762 apenas pesquisadores e 1.716 exercendo a função de coordenação e de pesquisa. No entanto, apenas 7.714 estão integrados às infraestruturas analisadas. Neste artigo, o termo "pesquisador" designa também aqueles que aparecem na base exclusivamente como coordenadores, que foram os responsáveis pelo preenchimento dos questionários.

10. A carga horária dedicada por cada pesquisador a uma infraestrutura está dividida em quatro faixas: *i)* até dez horas semanais; *ii)* mais de dez horas a vinte horas semanais; *iii)* mais de vinte horas a trinta horas semanais; e *iv)* mais de trinta horas semanais. Para o cálculo do número de pesquisador-hora, considerou-se o limite superior de cada uma das faixas, aplicando-se o valor 1 à última faixa e para o caso de falta de informação.

11. Cabe ressaltar que 1.005 pesquisadores estão associados a mais de uma infraestrutura, muitas vezes com dedicação declarada a cada uma delas superior a trinta horas semanais. Com isso, a carga horária de um grupo de 428 pesquisadores ultrapassa sessenta horas semanais.

à infraestrutura composta por quatro pesquisadores, dois com dedicação de "até dez horas semanais" e dois com "mais de vinte horas a trinta horas semanais", será atribuído um conjunto de dois pesquisadores-hora (0,25 * 2 + 0,75 * 2 = 2). Como resultado, chegou-se a um total de 6.735 pesquisadores-hora, dos quais 764, ou pouco mais de 11%, possuem patentes atribuídas (tabela 1).

A partir destas informações, foi calculado o volume de patentes atribuído a cada uma das infraestruturas, por meio da soma do número de patentes atribuídas a seus pesquisadores.[12] Considerando que a patente é resultado de um bloco de conhecimentos distribuídos entre seu conjunto de inventores e que um pesquisador pode fazer parte de diferentes infraestruturas, tal agregação foi feita: *i)* de forma fracionada, levando-se em conta o número de inventores que consta do registro de depósito do Inpi;[13] e *ii)* ponderada pela carga horária de trabalho declarada pelo pesquisador em cada infraestrutura.

Assim, se uma patente possui três inventores, X, Y e Z, a cada um deles será atribuído o valor de um terço. Se, em 2012 – ano de referência da DIP – apenas os dois primeiros inventores integravam infraestruturas analisadas na DIP, apenas dois terços desta patente serão computados na amostra.[14] Considerando que o inventor X integrou o corpo de pesquisa da infraestrutura A, com dedicação integral a ela ("mais de trinta horas semanais"), e Y das infraestruturas B e C, se dedicando a elas "até dez horas semanais" e "mais de vinte horas a trinta horas semanais", respectivamente, esta patente será atribuída a tais infraestruturas da seguinte maneira: 1/3 * 1 = 1/3 para o portfólio de A; 1/3 * 1/4 = 1/12 para o portfólio de patentes de B; e 1/3 * 3/4 = 1/4 para C. No total, foram atribuídas 591 patentes às infraestruturas analisadas, com uma média de 0,09 por pesquisador-hora e de 0,34 por infraestrutura (tabela 1).

3 ICTS E A PRESENÇA DO CONHECIMENTO COM PERFIL INOVADOR

A análise da distribuição do conhecimento com maior potencial de aproveitamento pelo setor produtivo entre as infraestruturas será realizada de acordo com suas características, divididas em quatro blocos, características gerais, porte, natureza da atividade desenvolvida e grau de integração com o setor produtivo.

3.1 Características gerais

A distribuição do número de patentes, infraestrutura e pesquisador-hora por ano de início de operação da infraestrutura é apresentada na tabela 2. Se considerado o número absoluto de patentes, verifica-se uma elevada participação de infraestruturas inauguradas a partir de 1990, com 417 patentes, ou mais de 70% do total. Este fato, no entanto, pode estar associado ao número crescente de infraestruturas criadas em anos recentes, com mais da metade nos anos 2000 e 2010, como ressaltado por Squeff e De Negri (2014). Quando considerados os números de patente por infraestruturas e, sobretudo, por pesquisador-hora, os destaques ficam por conta das instituições que começaram suas atividades nas décadas de 1970 e 1980. O número médio de patentes por infraestrutura apresentado pelas infraestruturas mais antigas, em torno de 0,50, chega a mais que o dobro daquele registrado pelas instituições mais recentes. Neste grupo, encontram-se as principais ICTs cujos quadros de pesquisadores integram inventores com maiores portfólios de patentes, como o Instituto de Pesquisas Enérgicas e Nucleares (Ipen), e o Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

---

12. A identificação dos inventores e sua associação a cada uma das infraestruturas analisadas foi feita por meio do cruzamento das informações contidas na base de dados de depósito de patentes do Inpi e da DIP em duas etapas, inicialmente pelo número do CPF dos pesquisadores e, em seguida, por busca lexicográfica.

13. A contagem fracionada, em alternativa à duplicação de registros no caso de múltiplos depositantes ou inventores, vem sendo adotada de forma recorrente na literatura recente que utiliza estatísticas de patentes, sobretudo aquela dedicada à discussão de processos de internacionalização, como em Thomson (2013), Picci (2010) e OECD (2009).

14. Cabe ressaltar que este método de contagem subestima a presença de conhecimento em uma determinada infraestrutura, uma vez que:
- registra apenas patente de pesquisadores, deixando de lado a contribuição de seu pessoal de apoio; e
- não computa o conhecimento resultante de projetos desenvolvidos no âmbito daquela infraestrutura e cujos inventores tenham deixado de integrar a equipe em 2012, mas que tenha sido repassado para demais integrantes da equipe ainda presentes.

TABELA 2
Ano de início da operação

Ano	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Antes de 1970	23	50	303	6,16	0,48	0,08
1970-1979	55	110	459	4,18	0,50	0,12
1980-1989	95	193	999	5,18	0,49	0,10
1990-1999	146	410	1651	4,03	0,36	0,09
2000-2009	203	654	2255	3,45	0,31	0,09
2010-2013	68	343	1071	3,12	0,20	0,06
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

Com relação à distribuição geográfica, as infraestruturas localizadas na região Sudeste concentram mais de 72% do total de patentes depositadas no período 2007-2011 (tabela 3). Tal cifra poderia ser justificada pela elevada concentração de infraestruturas e de pesquisadores. No entanto, a presença mais elevada de conhecimento com perfil inovador no Sudeste é verificada mesmo quando controlada pelo número de infraestruturas ou de pesquisadores. Nesta região, além do Ipen, já citado anteriormente, destacam-se também as unidades vinculadas a duas universidades federais, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

TABELA 3
Localização geográfica

Região	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Sudeste	430	1004	4333	4,32	0,43	0,10
Nordeste	47	170	586	3,45	0,28	0,08
Sul	100	419	1314	3,14	0,24	0,08
Norte	4	54	126	2,33	0,08	0,04
Centro-Oeste	10	113	377	3,33	0,09	0,03
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

A distribuição do conhecimento com perfil inovador, de acordo com a avaliação que os coordenadores fizeram de suas infraestruturas, mostra que, do total de patentes, 344 ou 58% foram atribuídas a infraestruturas cujas capacidades técnicas foram consideradas avançadas em relação aos padrões brasileiros (tabela 4). Este fenômeno ocorre apesar da maior parte das infraestruturas possuírem capacidades técnicas consideradas insuficientes ou similares à média brasileira. Com isso, o número de patentes do conjunto de infraestruturas com capacidade técnica compatível com a verificada no exterior é aproximadamente o triplo das instituições cuja capacidade técnica foi considerada insuficiente, quando considerada a medida por número de infraestruturas, e 1,5 vezes quando medida por pesquisador-hora. Entre as instituições que possuem infraestruturas com capacidade técnica avançada e com expressivo portfólio de patentes, destaca-se, além das já citadas, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), oriundo do antigo sistema Telebras.

TABELA 4
Avaliação da capacidade técnica

Capacidade técnica	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	147	236	1248	5,29	0,62	0,12
Avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	197	388	1873	4,83	0,51	0,11
Adequada e compatível com a observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil	162	722	2512	3,48	0,22	0,06
Insuficiente em relação à observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil	77	372	1019	2,74	0,21	0,08
Não sabe	8	41	83	2,02	0,20	0,10
N.D.	0	1	1	1,00	0,00	0,00
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

3.2 Análise por porte

Como apontado pela literatura sobre a atividade inovativa do setor privado, o porte das organizações é uma característica relevante. A tabela 5 apresenta estatísticas de patentes por tamanho das infraestruturas, mensurado pela área (em m²). Observa-se que a maior parte das infraestruturas é de pequeno porte: 71% apresentam até 200 m². Controlando o número de patentes pelo número de infraestruturas, nota-se a existência de uma relação crescente: enquanto infraestruturas de até 200 m² apresentam, em média, 0,27 patentes, as de 200 a 500 m² alcançam 0,39, e as infraestruturas acima de 500 m² concentram, em média, 0,77 patentes. De forma análoga, quando o número de patentes é controlado pelo número de pesquisadores, destacam-se as infraestruturas de grande porte (500 a 1.000 m²).

TABELA 5
Área

Área (m²)	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
]0 - 50]	120	477	1.312	2,75	0,25	0,09
]50 - 100]	128	462	1.436	3,11	0,28	0,09
]100 - 200]	90	311	1.165	3,75	0,29	0,08
]200 - 500]	80	207	1.002	4,84	0,39	0,08
]500 - 1.000]	67	86	515	5,99	0,77	0,13
>1.000	66	86	847	9,85	0,77	0,08
N.D. (ou zero)	41	131	458	3,50	0,31	0,09
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

O valor das infraestruturas é considerado um indicador adicional de seu porte. Observa-se que o número de patentes é decrescente em relação ao valor das infraestruturas. Entretanto, similarmente ao resultado observado na tabela anterior, quando controlado pelo número de infraestruturas e de pesquisadores, o número de patentes apresenta uma tendência crescente em relação aos valores analisados. Em especial, as infraestruturas com valores acima de R$ 20 milhões concentram, proporcionalmente, patenteamento mais expressivo. A exceção encontra-se em infraestruturas acima de R$ 200 milhões, nas quais apenas duas observações estão presentes na amostra, e às quais nenhuma patente está associada. Cabe ressaltar que a amostra utilizada é expressiva no caso de infraestruturas de menor valor (até R$ 20 milhões), enquanto apenas 21 declaram valer acima de R$ 20 milhões (tabela 6).[15]

TABELA 6
Valor

Valor estimado da infraestrutura (R$)	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Até 500 mil	228	1.054	3.121	2,96	0,22	0,07
Acima de 500 mil até 1 milhão	95	301	1.204	4,00	0,31	0,08
Acima de 1 milhão até 3 milhões	123	222	987	4,44	0,55	0,12
Acima de 3 milhões até 5 milhões	39	73	396	5,42	0,54	0,10
Acima de 5 milhões até 10 milhões	45	55	400	7,27	0,81	0,11
Acima de 10 milhões até 20 milhões	19	33	328	9,93	0,58	0,06
Acima de 20 milhões até 30 milhões	21	11	99	9,00	1,91	0,21
Acima de 30 milhões até 50 milhões	3	2	17	8,65	1,35	0,16
Acima de 50 milhões até 100 milhões	6	2	6	2,75	2,75	1,00
Acima de 100 milhões até 200 milhões	13	4	63	15,83	3,28	0,21
Acima de 200 milhões	0	2	114	57,00	0,00	0,00
N.D.	0	1	1	1,00	0,00	0,00
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

Uma terceira maneira de se estimar o porte das infraestruturas está associada ao número de pesquisadores que estas concentram. Neste caso, de acordo com a tabela 7, não se observa uma relação crescente entre a quantidade de pesquisadores-hora das infraestruturas e o conhecimento com perfil inovador (patentes). Todavia, as infraestruturas com maior participação de doutores entre seu corpo de pesquisadores apresentam maior concentração deste conhecimento inovador, apesar destas não serem as infraestruturas que proporcionalmente apresentam maior número de pesquisadores – pesquisadores por infraestrutura (tabela 8). Portanto, mais que agregação numérica, a concentração de conhecimento inovador está associada à qualificação dos pesquisadores presentes nas infraestruturas.

15. Nesse grupo estão unidades do Ipen, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), do CPqD, do Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais (CNPEM) e do Inpe. Os dois últimos concentram as infraestruturas avaliadas em mais de R$ 200 milhões: Laboratório de Integração e Testes (LIT/Inpe) e Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS/CNPEM).

TABELA 7
Quantidade de pesquisadores

Quantidade de pesquisador-hora	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
0,25 - 1	12	278	224	0,80	0,04	0,05
1,25 - 5	339	1.119	3.088	2,76	0,30	0,11
5,25 - 10	123	263	1.878	7,14	0,47	0,07
10,25 - 20	109	87	1.163	13,36	1,26	0,09
> 20	8	13	383	29,48	0,63	0,02
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

TABELA 8
Participação de pesquisadores-doutores

Participação do número de pesquisadores-hora com doutorado (%)	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
< 25	22	173	797	4,61	0,13	0,03
[25 - 50[	41	126	862	6,84	0,32	0,05
[50 - 75[	68	209	931	4,45	0,32	0,07
≥75	462	1.252	4.145	3,31	0,37	0,11
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

3.3 Características da atividade

Além das características acima, as especificidades da atividade desenvolvida pela infraestrutura também podem estar associadas ao perfil de conhecimento aglomerado por cada uma delas. Para esta etapa, serão considerados três atributos: *i)* o tipo de infraestrutura; *ii)* a área do conhecimento às quais suas atividades estão associadas; e *iii)* a natureza da atividade desenvolvida, como ensino e pesquisa, por exemplo.

A distribuição do número de patentes por tipo de infraestrutura (tabela 9) deixa clara a sua concentração em um tipo específico, o laboratório. Não se trata de uma surpresa, uma vez que entre 1.760 infraestruturas analisadas, este tipo representa a grande maioria (1.719). No caso de patentes, a concentração é ainda mais elevada: das 591 patentes consideradas, apenas duas são atribuídas a outro tipo de infraestrutura – planta ou usina-piloto. Cabe ressaltar que neste último grupo, no entanto, estão infraestruturas que possuem laboratórios de pesquisa entre suas unidades, como é o caso do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Autossustentável (NPDEAS) da UFPR, e do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene), uma unidade regional de pesquisa do MCTI.

TABELA 9
Tipo de infraestrutura

Tipo	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Laboratório	589	1.719	6.597	3,84	0,34	0,09
Planta ou usina-piloto	2	20	51	2,53	0,10	0,04
Observatório	-	12	44	3,63	-	-
Estação ou rede de monitoramento	-	8	31	3,91	-	-
Navio de pesquisa ou laboratório flutuante	-	1	13	12,80	-	-
Total	**591**	**1.760**	**6735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

Com relação às áreas do conhecimento, observa-se que as engenharias, as ciências exatas e da terra e as biológicas são aquelas às quais se dedicam grande parte das infraestruturas e dos pesquisadores e que concentram maior número de patentes. No entanto, quando este último é controlado pelo número de infraestruturas ou de pesquisadores, destacam-se as infraestruturas dedicadas às duas primeiras grandes áreas.[16]

TABELA 10
Grandes áreas do conhecimento

Área do conhecimento	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Engenharias	368	658	2.758	4,19	0,56	0,13
Ciências exatas e da terra	198	545	2.255	4,14	0,36	0,09
Ciências da saúde	50	143	631	4,41	0,35	0,08
Ciências biológicas	103	459	1.858	4,05	0,22	0,06
Ciências agrárias	36	277	915	3,30	0,13	0,04

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

Um terceiro atributo que contribui para a caracterização das infraestruturas e está associado à presença de conhecimento com perfil inovador é a natureza da atividade realizada, especificamente a intensidade de uso de suas instalações e equipamentos para atividades de pesquisa (tabela 11A) e tecnológicas (tabela 11B). As atividades de pesquisa são realizadas de forma contínua por 1.421 infraestruturas, o que representa mais de 80% do número total. Este grupo concentra também grande parte dos pesquisadores e mais de 90% das 591 patentes analisadas. No caso das atividades tecnológicas, o mesmo fato se repete, embora não de forma tão intensa. A presença mais marcante de conhecimento com perfil inovador nestas infraestruturas fica ainda mais explícita quando observado o número de patentes por infraestrutura e por pesquisador-hora. Em ambos os casos, quanto mais intenso o uso das instalações para tais atividades, mais elevada é a presença de conhecimento com maior potencial de aproveitamento pelo setor produtivo.

16. Das 1.760 infraestruturas, 317 desenvolvem atividades associadas a mais de uma área do conhecimento. Nestes casos, optou-se pela múltipla contagem dos registros.

TABELA 11
Intensidade de uso das instalações e dos equipamentos para as atividades de pesquisa e tecnológicas

11A – Atividade de pesquisa

Intensidade de uso	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Contínuo	532	1.421	5.823	4,10	0,37	0,09
Alguns dias da semana	26	150	466	3,10	0,17	0,06
Alguns dias do mês	4	61	160	2,62	0,06	0,02
Esporádico	1	49	100	2,05	0,02	0,01
N.D.	29	79	187	2,37	0,36	0,15
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

11B – Atividade tecnológica

Intensidade de uso	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Contínuo	329	620	3.035	4,90	0,53	0,11
Alguns dias da semana	51	151	524	3,47	0,34	0,10
Alguns dias do mês	46	129	473	3,66	0,35	0,10
Esporádico	71	301	1.004	3,33	0,24	0,07
N.D.	95	559	1.700	3,04	0,17	0,06
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

3.4 Interação com o setor produtivo

A interação como o setor produtivo é uma característica que se espera estar associada à presença mais forte de conhecimento com perfil inovador, dado que as empresas são as instituições responsáveis por transformar invenções em produtos e processos novos ao mercado. Esta interação pode ser verificada tanto por meio de relações de cooperação, como pela prestação de serviço. No primeiro caso (tabela 12) os dados apontam uma elevada concentração do volume de patentes no conjunto de infraestruturas que já interagem com empresas brasileiras, o inverso do caso da cooperação com empresas estrangeiras. No entanto, nos dois casos, tratam-se de infraestruturas maiores e com maior número médio de patentes por unidade e por pesquisador.

A prestação de serviço, sobretudo a empresas, é um indicador adicional da articulação com o setor produtivo. Desta forma, espera-se haver associação entre tal característica e a presença de conhecimento com perfil inovador. Os dados apresentados na tabela 13 mostram que mais de 80% das patentes analisadas (482 patentes) foram atribuídas ao grupo de 1.208 infraestruturas que prestaram algum tipo de serviço técnico (tabela 13A). Quando considerado o número médio de patente por infraestrutura e por pesquisador-hora, este grupo também se destaca. A diferença entre os dois grupos de infraestruturas é ainda maior quando considerada apenas a prestação de serviços a empresas (tabela 13B). Embora o número de infraestruturas seja inferior, o número de patentes que lhes foi atribuído (357) foi elevado. Neste caso, o número médio de patentes por infraestrutura é mais que o dobro daquele apresentado pelas demais (0,48 *versus* 0,23), e o de patente por pesquisador-hora 35% maior (0,10 *versus* 0,7).

TABELA 12
Atividade de cooperação com empresas brasileiras e estrangeiras

12A – Com empresas brasileiras

Cooperação com empresas brasileiras	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Sim	400	936	4.116	4,40	0,43	0,10
Não	191	824	2.619	3,18	0,23	0,07
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

12 B – Com empresas estrangeiras

Cooperação com empresas estrangeiras	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Sim	205	435	2.127	4,89	0,47	0,10
Não	387	1.325	4.609	3,48	0,29	0,08
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

TABELA 13
Prestação de serviços técnicos em geral e a empresas

13A – Em geral

Prestação de serviços técnicos	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Sim	482	1.208	5.106	4,23	0,40	0,09
Não	109	552	1.630	2,95	0,20	0,07
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

13B – A empresas

Prestação de serviços técnicos a empresas	Número de patentes	Número de infraestruturas	Número de pesquisadores-hora	Número de pesquisadores-hora/ número de infraestruturas	Número de patentes/número de infraestruturas	Número de patentes/número de pesquisadores-hora
	(a)	(b)	(c)	(c)/(b)	(a)/(b)	(a)/(c)
Sim	357	750	3.574	4,77	0,48	0,10
Não	235	1.010	3.162	3,13	0,23	0,07
Total	**591**	**1.760**	**6.735**	**3,83**	**0,34**	**0,09**

Fonte: MCTI; CNPq; Inpi; Ipea.
Elaboração dos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo avaliou o grau de concentração de "conhecimento com perfil inovador" em infraestruturas brasileiras de pesquisa, com base nas patentes depositadas no Inpi no período 2007-2011 por inventores que integram o quadro de pesquisadores de instituições de ciência e tecnologia.

A amostra utilizada neste trabalho conta com 1.760 infraestruturas, que integram 6.735 pesquisadores-hora, dos quais 764 constam como inventores de ao menos um pedido de patente. Estes inventores estão associados a 548 infraestruturas, e a eles foram atribuídos 591 pedidos de patentes.

Os resultados apontam que o conhecimento com perfil inovador está relativamente mais concentrado em infraestruturas com capacidades técnicas consideradas avançadas em relação aos padrões brasileiros, localizadas na região Sudeste e que iniciaram suas operações nas décadas de 1970 e 1980. O porte das infraestruturas, mensurado tanto pela área quanto por seu valor, também se mostrou uma característica relevante na presença deste conhecimento. Como registrado no caso de empresas privadas, nas infraestruturas de pesquisa, quanto maior seu tamanho, maior a concentração de conhecimento com perfil inovador. Em relação aos pesquisadores, embora não tenha sido encontrada uma relação clara com o tamanho do quadro, a sua qualificação se mostrou relevante: proporcionalmente, o número de patentes *per capita* ou por infraestrutura é crescente em relação ao percentual de doutores no corpo de pesquisadores.

No que concerne às demais características da infraestrutura, observou-se que os laboratórios, especialmente aqueles dedicados às engenharias e às ciências exatas e da terra, e que desenvolvem, de forma contínua, atividades de pesquisa e tecnológicas, agregam um volume de conhecimento relativamente mais expressivo.

Finalmente, indo ao encontro da hipótese de que a presença de conhecimento com perfil inovador é um fator associado à articulação das instituições de pesquisa com o setor produtivo, os dados mostraram que infraestruturas que cooperam ou prestam serviços a empresas, sobretudo brasileiras, concentram este tipo de conhecimento.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, D. B. **Uma introdução à propriedade intelectual**. 2. ed. revista e atualizada. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010. Disponível em: <http://denisbarbosa.addr.com/livre.htm>. Acesso em: 14 jul. 2013.

DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: Ipea, 2005.

DIAS, A. A.; PORTO, G. S. Gestão de transferência de tecnologia na Inova Unicamp. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 17, n. 3, p. 264-284, 2013.

GARNICA, L. A.; TORKOMIAN, A. L. V. Gestão de tecnologia em universidades: uma análise do patenteamento e dos fatores de dificuldade e de apoio à transferência de tecnologia no Estado de São Paulo. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 4, p. 624-638, 2009.

HALL, B. **The use and value of IP rights**. *In:* UK IP FORUM ON THE ECONOMIC VALUE OF INTELLECTUAL PROPERTY, jun. 2009. Mimeografado. Disponível em: <http://elsa.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH09_IPMinisterial_June.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação (PINTEC)**. [S.l.], 2011. Disponível em: <www.pintec.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 jan. 2015.

LOBOSCO, A.; MORAES, M.; MACCARI, E. Inovação: uma análise do papel da agência USP de inovação na geração de propriedade intelectual e nos depósitos de patentes da Universidade de São Paulo. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, v. 4, n. 3, p. 406-424, set./dez. 2011.

NAGAOKA, S.; MOTOHASHI, K.; GOTO, A. Patent statistics as an innovation indicator. **Economics of innovation, handbooks in economics**, n. 2, p. 1083-1127, 2010.

OECD – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Patent Statistics Manual**. Paris: OECD, 2009.

PICCI, L. The internationalization of inventive activity: a gravity model using patent data. **Research Policy**, Amsterdam, v. 39, n. 8, p. 1070-1081, 2010.

SQUEFF, F. H. S.; DE NEGRI, F. **Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil**: análises preliminares. Brasília: Ipea, jun. 2014. Mimeografado. (Nota Técnica, n. 21). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/nota_tecnica/140627_nt_diset_21.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

THOMSON, R. National scientific capacity and R&D offshoring. **Research Policy**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 517-528, 2013.

THURSBY, J.; THURSBY, M. **University licensing and the Bayh-Dole Act**. Disponível em: <http://astro.berkeley.edu/~kalas/ethics/documents/intellectual_property/thursby08.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2015.

TAXA DE INOVAÇÃO À LUZ DA TEORIA NEOSCHUMPETERIANA

André Tortato Rauen[1]

1 INTRODUÇÃO

A última taxa de inovação extraída a partir da Pesquisa de Inovação (PINTEC), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foi de 35,7% para o conjunto das empresas industriais e de serviços brasileiras. Por isso, tem-se afirmado por veículos de informação, especializados ou não, que pouco mais de um terço das empresas brasileiras são inovadoras. Este artigo, contudo, procura demonstrar que tal taxa não é adequada para uma análise econômica sob preceitos teóricos neoschumpeterianos, base das modernas políticas industriais e tecnológicas. Para encontrar as firmas portadoras da mudança técnica é preciso captar o comportamento das mesmas frente ao mercado em que atuam, e não apenas frente ao seu comportamento passado.

As modernas políticas industriais, muitas das quais em curso no Brasil, possuem um claro viés neoschumpeteriano, no qual muita ênfase é posta na competitividade via desenvolvimento tecnológico e inovação. Nada mais lógico, portanto, considerar essa visão quando da escolha e emprego de indicadores necessários à observação da dinâmica econômica nacional.

A taxa de inovação é extraída a partir das respostas individuais das firmas ao questionário da PINTEC. Quatro respostas a ele são usadas para formar um indicador denominado pelo IBGE de "empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo entre 2009 e 2011". Tradicionalmente, especialistas (no qual se inclui o autor) têm usado este indicador enquanto numerador da taxa de inovação. Isto é, o número resultante é dividido por outro indicador, "total de empresas", e o resultado é apresentado em percentual deste total como sendo a taxa de inovação. O problema consiste no fato de que o numerador ("empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo entre 2009 e 2011") não é adequado para uma análise da dinâmica inovativa frente às teorizações mais usuais em economia da tecnologia. Não obstante é possível, a partir da própria PINTEC, empregar outro numerador mais adequado a estas teorizações.

A questão central reside no fato de que, atualmente, o numerador "empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo entre 2009 e 2011" inclui empresas que introduziram novos produtos e/ou processos que já eram conhecidos no mercado e, por isso, não geraram, necessariamente, diferenciação frente aos concorrentes.

Obviamente, mudar o portfólio de produtos e/ou introduzir novos processos é relevante na estratégia da firma. Acontece, pois, que se essas mudanças não trouxerem coisas inéditas ao mercado, a firma estará apenas reproduzindo o comportamento já conhecido e erodindo, pouco a pouco, o lucro das inovadoras. Não serão elas as portadoras da mudança, elemento central para a compreensão da dinâmica inovativa, segundo a escola neoschumpeteriana.

Para se ter um indicador mais adequado aos preceitos teóricos neoshumpeterianos, é preciso excluir aquelas empresas que não introduziram novidade no mercado em que atuam para, então, se ter uma noção das empresas inovadoras segundo essa escola do pensamento.

Dessa forma, este artigo analisa a compatibilidade da taxa de inovação com os preceitos teóricos da escola neoschumpeteriana da mudança técnica. Para tanto, o trabalho encontra-se dividido em cinco seções, além desta introdução. A seção 2 apresenta o contexto geral de emprego da taxa de inovação, destacando seu uso pela imprensa não especializada. Na seção 3 discute-se a natureza do processo inovativo e o significado do termo "firma inovadora" segundo a escola neoschumpeteriana. A seção 4 detalha o método de extração da taxa de inovação. A seção 5 apresenta a já conhecida taxa de inovação para o mercado nacional, a qual se argumenta ser mais adequada à uma análise neoschumpeteriana da inovação. Por fim, na seção 6 são tecidas as considerações finais.

---

1. Tecnologista e coordenador na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

2 CONTEXTO GERAL DE EMPREGO DA TAXA DE INOVAÇÃO

Sempre, logo após o lançamento de cada edição da PINTEC feita pelo IBGE – já foram cinco – a imprensa, especializada ou não, faz questão de noticiar as variações no que se convencionou chamar de taxa de inovação (empresas que introduziram inovações / total de empresas) e em seus impactos regionais, setoriais e por tamanho. De fato, considerando os maiores jornais impressos brasileiros, observa-se que, no fim de janeiro de 2014, praticamente um mês após o lançamento da última PINTEC, foram publicadas, em meio impresso e virtual, 87 reportagens que traziam, entre outras informações,[2] uma discussão sobre a variação da taxa de inovação e seus determinantes. Quase sempre, esta taxa determinava o título da notícia e toda a argumentação da reportagem.

Por exemplo, em editorial de 25 de dezembro de 2013 do jornal Estado de São Paulo, tem-se uma análise da diminuição da taxa de inovação ocorrida entre os triênios 2006-2008 e 2009-2011. Partido da taxa de inovação, o referido editorial traça um cenário negativo, principalmente para a indústria nacional, difícil de ser superado.

Esses fatos servem para ilustrar a relevância e a onipresença da taxa de inovação enquanto indicador da capacidade inovativa da economia nacional. De fato, a taxa de inovação tornou-se, também, um indicador caro ao discurso político atual.

3 CONCORRÊNCIA SCHUMPETERIANA E O COMPORTAMENTO EVOLUCIONÁRIO DA FIRMA

Muitos são os autores que tratam da relação entre a mudança técnica e a economia, entre os quais se destaca Joseph Schumpeter e sua Teoria do Desenvolvimento Econômico, publicada em 1911. A partir do trabalho de Schumpeter vieram muitos outros que, de forma geral, demonstravam que o surgimento de novos produtos e/ou processos depende de uma complicada dinâmica que é incerta, custosa e interativa, mas que deve ser constantemente buscada em razão da permanente ameaça à sobrevivência da firma (Fagerberg, 2004).

As ideias seminais e disruptivas discutidas pioneiramente por Schumpeter, em 1911, 1939 e 1942, foram formalizadas, matematicamente, por Nelson e Winter, em 1973 e apresentadas na American Economic Review. Posteriormente, com o desenvolvimento das contribuições de inúmeros autores neoschumpeterianos, tais formulações ganharam maior detalhamento e sofisticação, culminando, por exemplo, no modelo matemático apresentado por Wersching (2010). Em tais modelos, os conceitos de rotina, busca e seleção são fundamentais para a compreensão da realidade. O mercado seleciona as melhores rotinas e gera diferenciação às firmas detentoras das mesmas. Quando estas rotinas não mais garantem diferenciação, um processo de busca por novas rotinas se inicia.

Nos modelos de concorrência schumpeteriana a mecânica é marcada pelo contínuo desequilíbrio, com firmas perdedoras e firmas ganhadoras. Ou seja, a análise da concorrência sob preceitos schumpeterianos necessariamente é dinâmica e relativa. A firma é sempre vista como uma unidade inserida em um determinado ambiente, o qual constantemente seleciona práticas mais adequadas e impede a perpetuação de práticas desajustadas: "As firmas relativamente lucrativas se expandem e as não-lucrativas se contraem, e as que não fazem P&D inovadora podem prosperar ou declinar. Por sua vez, seu destino influencia o fluxo de inovações" (Nelson e Winter, 2005, p. 401).

Uma das funções da concorrência seria, então, segundo Nelson e Winter (2005, p. 401), a de "premiar e realçar as escolhas que se mostram boas na prática e suprimir as ruins". Ou seja, a concorrência schumpeteriana promoveria um processo de seleção. De fato, a relevância de tal processo é tão cara aos autores de cunho neoschumpeteriano que alguns destes passaram a ser chamados de evolucionários (Corazza e Fracalanza, 2004).

2. Pesquisa feita com os termos taxa de inovação entre aspas no buscador de notícias do Google.

Schumpeter (1911) ensina que quando todos estão fazendo o mesmo, não há inovação, apenas a frequente reprodução do fluxo circular da vida econômica (tal qual prescrito pelas modelagens ortodoxas). Assim, acompanhar o mercado é diferente de inovar. A inovação é sempre relativa e nunca absoluta. Só a inovação exclusiva, que gera poder de monopólio – seja ela radical ou incremental – garante lucros extraordinários e mudança de patamares de produção.

Segundo os preceitos neoshumpeterianos mais difundidos (Dosi, 1988; Freeman e Soete, 2008; e tantos outros) a firma inovadora é aquela que realiza um lucro que não é auferido por nenhum outro concorrente. Este lucro deriva de um esforço deliberado (mas, de consequências não conhecidas) no sentido de obter alguma diferenciação, por meio da exclusividade de um produto e/ou processo. A questão central é que essa diferenciação é gradativamente erodida pelas constantes imitações dos concorrentes, até o ponto em que a firma é obrigada (pela necessidade de sobrevivência) a incorrer em novo esforço inovativo.

Portanto, uma firma não é inovadora, segundo os neoschumpeterianos, caso o produto e/ou processo já tenha sido introduzido no mercado em que atua. Analogamente, uma firma inovadora é aquela que, frente a constante necessidade de sobrevivência, introduz novos produtos e/ou processos no mercado em que atua, na tentativa de ter sua inovação selecionada por tal mercado e, assim, diferenciar-se dos demais concorrentes.

Nesse sentido, introduzir produtos, serviços e/ou processos já conhecidos e selecionados é parte da própria dinâmica capitalista, que constantemente revoluciona o fluxo circular da vida econômica. Mesmo que o efeito de seguir estratégias já selecionadas pelo mercado seja relevante para a firma, tal efeito é limitado e não se constitui em vetor de desenvolvimento econômico. Sob o ponto de vista explorado neste artigo, a relevância está no ineditismo, pois é dele que surge a diferenciação. O fato essencial é que seguir não é suficiente para sobreviver, pois os parâmetros se modificam ao longo do tempo.

É importante ressaltar que ineditismo não é sinônimo de inovação radical. De fato, as inovações incrementais podem ser mundialmente inéditas, mas nem assim gerarem os efeitos comumente associados a inovações dita radicais. Além disso, é importante ressaltar que a atividade de segmentar inovações por grau de novidade é extremante subjetiva e possui efeitos analíticos limitados.

4 O CÁLCULO DA TAXA DE INOVAÇÃO

A taxa de inovação é o resultado do número de empresas que responderam positivamente as perguntas de número 10, 11, 16 e 17 da PINTEC 2011, dividido pelo número total de empresas entrevistadas. O resultado é apresentado em forma percentual. Como já mencionado, o problema encontra-se no numerador que é extraído das seguintes questões:

> 10 – Entre 2009 e 2011, a empresa introduziu produto (bem ou serviço) novo ou significativamente aperfeiçoado para a empresa, *mas já existente no mercado nacional*?
>
> 11 – Entre 2009 e 2011, a empresa introduziu produto (bem ou serviço) novo ou significativamente aperfeiçoado *para o mercado nacional*?
>
> (...) 16 – Pelo menos uma inovação de processo introduzida por sua empresa entre 2009 e 2011, *já existia no setor no Brasil*?
>
> 17 – Pelo menos uma inovação de processo introduzida por sua empresa entre 2009 e 2011, *era nova para o setor no Brasil*? (IBGE, 2013, grifos do autor).

Tanto a pergunta de número 10 quanto a de número 16 questionam sobre a introdução de produto e processo novos para a empresa, mas que já existem no mercado nacional. Em outras palavras, dada a atual forma de cálculo, a empresa é considerada inovadora a partir do momento em que, nos últimos dois anos, ela tenha introduzido um produto/serviço em seu portfólio e/ou tenha iniciado uma forma diferente de produção.

Acontece, pois, que empresas que introduzem produtos e/ou serviços já disponíveis no mercado não realizam diferenciação e, sem esta diferenciação, desaparece a essência do processo de inovação segundo os neoschumpeterianos. Sob o ponto de vista neoshumpeteriano, as perguntas 10 e 16 levam à observação de uma taxa que não está relacionada à inovação segundo sua concepção original. A inovação desta taxa diz respeito a um

conceito mais amplo, menos rigoroso sob o aspecto da teoria econômica. Para se ter o percentual de empresas inovadoras segundo os preceitos neoschumpeterianos é preciso considerar apenas as respostas às perguntas 11 e 17 da PINTEC.

Talvez por reconhecer sua incompatibilidade com os preceitos econômicos mais usuais em políticas industriais, não se verificam, nas principais economias do mundo, a mesma relevância e uso da taxa de inovação enquanto ferramenta de análise. De fato, o *innovation union scoreboard* da União Europeia, talvez uma das mais relevantes publicações na área de inovação, cita apenas uma única vez a taxa de inovação, e ainda assim em um contexto bem específico, discutindo questões relativas às micro e pequenas empresas. De fato, a publicação europeia compara os países em função do *summary innovation index*, que é composto por inúmeros indicadores nacionais.

É importante destacar, também, o fato de que a principal economia do mundo, e talvez a mais inovadora – a americana – não coleta a taxa de inovação (tal como tratada neste artigo) de suas empresas. Ou seja, o emprego da taxa de inovação enquanto ferramenta de análise da dinâmica tecnológica nacional não é algo usual entre as principais economias do mundo.

5 TAXA DE INOVAÇÃO PARA O MERCADO NACIONAL: UM INDICADOR MAIS ADEQUADO

Não faltam autores que afirmam que as empresas modernas atuam em nível global, e não mais local (Lall, Albaladejo e Zhang, 2004; Linden, Kraemer e Dedrick, 2007; entre tantos outros). Contudo, uma rápida análise do grau de abertura da economia brasileira, medido, por exemplo, pelo Ernst Young's *globalization index* (Ernst & Young, 2012), mostra que o país está na 45ª posição (com indicador de 3,51, enquanto Hong Kong, em primeiro lugar, possui indicador de 7,81). Sendo assim, é razoável supor que, no agregado, os setores econômicos brasileiros atuam nacionalmente, mas com graus distintos de exposição internacional. De fato, dados extraídos a partir da PINTEC 2011 mostram justamente o grande peso do mercado interno na determinação da atuação geográfica da firma. Apenas 1,4% do total de empresas inovadoras afirmavam que, em 2011, seu principal mercado encontrava-se fora do país. Destas, a grande maioria (46,1%) tem como principal mercado o Mercado Comum do Sul (Mercosul).

Considerando a preponderância do mercado interno para as firmas inovadoras brasileiras, então seu comportamento deve ser analisado à luz deste mercado, pois será nele que as inovações serão selecionadas e a firma garantirá diferenciação frente aos concorrentes.

Como já mencionado, a forma de cálculo da taxa de inovação considera as empresas que introduziram inovações no mercado nacional, contudo, ela também considera as empresas que não realizaram tal introdução. Para se ter um indicador adequado às formulações neoschumpeterianas, é preciso desconsiderar estas últimas. Ou seja, o numerador da taxa deve conter apenas aquelas empresas que responderam positivamente as questões 11 e 17 da PINTEC, mantendo-se o denominador. Ao realizar tal procedimento tem-se que a já conhecida *taxa de inovação para o mercado nacional* está sim mais restrita e adequada ao conceito neoschumpeteriano de inovação.

Na medida em que o indicador "empresas que implementaram inovações de produto e/ou processo *para o mercado nacional* entre 2009 e 2011" não está disponível ao público em geral foi preciso solicitar uma tabulação especial ao IBGE, a qual foi prontamente atendida.

É preciso, porém, fazer uma ressalva. A simples introdução de um produto e/ou processo novo para o mercado nacional não é garantia de criação de diferenciação ou monopólio temporário. O processo inovativo é caracterizado pela incerteza, tanto tecnológica, quanto econômica. Assim, existe sempre a possibilidade da inovação fracassar e não criar tal fonte de lucro extraordinário. Portanto, frente à taxa de inovação, a taxa de inovação *para o mercado nacional* é, por definição, mais adequada segundo preceitos neoschumpeterianos, mas nem por isso é exata. Sua utilização deve ser vista com cautela, uma vez que, assim como a taxa de inovação, não existe nada intrínseco a ela que comprove a realização de um lucro extraordinário derivado de um processo de seleção de mercado.

5.1 Exercícios setoriais

Considerando a taxa de inovação *para o mercado nacional* pode-se afirmar que 3,4% das empresas da indústria de transformação brasileira são inovadoras sob uma perspectiva estritamente neoschumpeteriana.

A tabela 1 apresenta as taxas de inovação e de inovação *para o mercado nacional* para as indústrias extrativas e os setores selecionados da indústria de transformação.

Sob o ponto de vista estritamente neoschumpeteriano, pode-se concluir que o setor que mais insere inovações no mercado nacional é o de fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, e não o de fabricação de outros equipamentos de transporte, primeiro no *ranking* segundo a taxa de inovação. De fato, o setor de fabricação de outros equipamentos de transporte possui uma taxa de inovação *para o mercado nacional* menor do que, por exemplo, o setor de fabricação de produtos diversos.

É interessante observar, nesse sentido, que quando empregada a taxa de inovação *para o mercado nacional*, os setores de fabricação de máquinas e equipamentos, bem como de metalurgia, estão entre os cinco primeiros da indústria de transformação na introdução de inovações no mercado brasileiro. Caso fosse empregada, exclusivamente, a taxa de inovação, estes dois setores não estariam entre os cinco primeiros. Também chama atenção o comportamento do setor de móveis, quinto colocado na taxa de inovação, mas apenas o 22º na taxa de inovação *para o mercado nacional* (tabela 1).

TABELA 1
Brasil: indicadores de inovação por setores industriais segundo CNAE 2.0 (2009-2011)

Setores CNAE 2.0	Taxa de inovação	Taxa de inovação para o mercado nacional
Indústrias extrativas	18,9	4,6
Indústrias de transformação	35,9	3,4
Fabricação de produtos alimentícios	40,9	2,9
Fabricação de bebidas	27,7	2,6
Fabricação de produtos do fumo	28,8	4,8
Fabricação de produtos têxteis	26,6	3,4
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	32,1	1,8
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	29,5	0,7
Fabricação de produtos de madeira	23,9	1,2
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	41,9	2,8
Impressão e reprodução de gravações	39,1	0,5
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	38,1	2,5
Fabricação de produtos químicos	59,1	7,3
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	53,8	13,5
Fabricação de artigos de borracha e plástico	36,3	2,2
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	29,2	1,8
Metalurgia	41,2	10,7
Fabricação de produtos de metal	33,0	2,5
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	59,2	17,5
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	44,3	5,4
Fabricação de máquinas e equipamentos	41,3	11,7
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	29,1	5,0
Fabricação de outros equipamentos de transporte	65,3	6,2
Fabricação de móveis	44,6	1,0
Fabricação de produtos diversos	33,3	6,8
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	44,1	3,4

Fonte: IBGE.
Obs.: Tabulações especiais a partir da PINTEC 2013.

Se, em um primeiro olhar, essas discussões podem parecer puramente teóricas, no fundo possuem um enorme poder transformador da realidade. Elas podem, por exemplo, influenciar as análises da dinâmica tecnológica brasileira e enviesar a elaboração de políticas públicas setoriais. De fato, a adequada escolha de indicadores de inovação pode alterar, inclusive, a definição do que se considera ser o núcleo dinâmico da economia nacional. Sendo assim, o exercício em questão ilustra o significado prático da correta escolha de indicadores e das suas possíveis consequências.

A escolha por um olhar teórico mais restrito não se justifica, portanto, apenas por um possível preciosismo acadêmico, mas sim pela necessidade de se empregar indicadores mais úteis ao processo de desenvolvimento econômico e de discussão política. A corrente neoschumpeteriana tem sido base para boa parte das intervenções públicas recentes no campo, por exemplo, das políticas industriais; seria, então, natural considerá-la quando da escolha e análise dos indicadores empregados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve a intensão de realizar um debate ainda pouco presente nas discussões sobre políticas industriais e de inovação. Dele deriva uma importante conclusão: diferenças na forma de conceituar a inovação levam a diferentes posicionamentos setoriais, com possíveis consequências nas políticas públicas. Mesmo que também imprecisos, o conceito neoschumpeteriano mais restrito tende a produzir resultados mais úteis e adequados à ação prática, simplesmente porque considera o ambiente no qual atuam as firmas, e não apenas a alteração do comportamento individual das mesmas.

Seria relevante comparar internacionalmente as taxas de inovação *para o mercado nacional*. Para tanto, seria necessária uma tabulação especial a partir das principais pesquisas de inovação mundo afora. Contudo, os Estados Unidos não realizam *surveys* de inovação passíveis de comparação com a PINTEC. Por outro lado, a União Europeia realiza frequentemente o *community innovation survey* (CIS), de certa forma já harmonizado com a PINTEC. Por isso, seria possível, por meio de um pedido especial de tabulação, comparar os dados brasileiros com diferentes países europeus. Não obstante, alguns procedimentos metodológicos deveriam ser realizados para permitir tal comparação.

Finalmente, é preciso lembrar que a construção de indicadores deve ser uma tarefa contínua, que constantemente produza novos olhares e que resolva, ao longo desse processo, os inúmeros *trade-offs* existentes entre as possibilidades de mensuração da dinâmica técnico-econômica e a própria realidade.

REFERÊNCIAS

CORAZZA, R. I.; FRACALANZA, P. S. Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas. **Nova Economia**, v. 14, n. 2, p. 127-155, 2004. Disponível em: <http://web.face.ufmg.br/face/revista/index.php/novaeconomia/article/view/434/0>. Acesso em: 05 out. 2012.

DOSI, G. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, v. 26, p. 1120-1171, 1988.

ERNST&YOUNG. **Globalization Index**. [S.l.], 2012. Disponível em: <http://www.ey.com/GL/en/Issues/Driving-growth/Globalization---Looking-beyond-the-obvious---2012-Index>. Acesso em: 10 out. 2014.

FAGERBERG, J. Innovation: a guide to the literature. *In*: Fagerberg, J.; Mowery, D.; Nelson, R. (Eds.). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford University Press, 2004. p. 1-26. Disponível em: <http://in3.dem.ist.utl.pt/mscdesign/03ed/files/lec_1_01.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2014.

FREEMAN, C.; SOETE, L. A economia da inovação industrial. São Paulo: Editora Unicamp, 2008. (Coleção Clássicos da Inovação).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação 2009-2011**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 ago. 2014.

INDÚSTRIA menos inovadora. **Estado de São Paulo**, São Paulo, 25 de dezembro de 2013. Editorial. Disponível em: <http://opiniao.estadao.com.br/noticias/geral,industria-menos-inovadora-imp-,1112229>. Acesso em: 10 jan. 2014.

LALL, S.; WEISS, J.; ZHANG, J. **The "sophistication" of exports**: a new measure of products characteristics. Oxford. 2005. (QEH Working Paper Series, n. 123).

LINDEN, G.; KRAEMER, K.; DEDRICK, J. **Who captures value in a global innovation system?** The case of Apple's Ipod. Personal Computer Industry Center, Jun. 2007.

NELSON, R.; WINTER, S. Forces generating and limiting concentration under schumpeterian competition. **Bell Journal of Economics**, Autumn, 9(2): 524-548, 1978.

_____. **Uma teoria evolucionária da mudança técnica**. São Paulo: Editora Unicamp, 2005. (Coleção Clássicos da Inovação).

SCHUMPETER, J. **Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung**. Leipzig: Duncker & Humblot, 1911.

_____. **Business cycles**: a theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process. New York: McGraw-Hill, 1939.

_____. **Capitalism, socialism and democracy**. New York: Harper, 1942.

WERSCHING, K. Schumpeterian competition, technological regimes and learning through knowledge spillover. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v. 75, issue 3, p. 482-484, September 2010.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

EUROPEAN COMMISION. **Innovation union scoreboard**. [S.l.], 2014. Disponível em: <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius/ius-2014_en.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2014.

COOPERAÇÃO EMPRESAS-LABORATÓRIOS PARA P&D E INOVAÇÃO

Gilson Geraldino Silva Jr.[1, 2]

1 INTRODUÇÃO

Este artigo analisa se o uso de infraestrutura laboratorial externa à empresa impacta na decisão de fazer pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de inovar das empresas da indústria brasileira de transformação, a partir de dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC), edições 2003, 2005 e 2008, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Serão considerados os impactos do uso direto (cooperação em si) e indireto (uso de fontes de informação) de infraestrutura laboratorial sobre decomposições da P&D (contínua, interna e externa) e da inovação (se em produto ou processo, se para firma ou o mercado nacional, se para a principal inovação para o mercado nacional ou para o mundo). Se atentará, ainda, para o efeito do objeto da cooperação (P&D, assistência técnica, treinamento, desenho industrial e ensaio para teste de produto) e da localização da fonte de informação (se no Brasil ou no exterior).

A abordagem descrita dá a este estudo três peculiaridades: *i)* tradicionalmente a cooperação para P&D é analisada considerando inovação total ou P&D total. Aqui se analisam várias dimensões da inovação e da P&D, que constitui uma abordagem importante ao tema, como destacado por Schmiedeberg (2008); *ii)* a maioria dos estudos sobre cooperação para inovação ou P&D foca na interação com fornecedores, clientes e concorrentes. Este estudo destaca a coadjuvação no uso direto e indireto de infraestrutura laboratorial para produção de P&D e inovação; e *iii)* enquanto a quase totalidade da evidência empírica recente para este tema é em corte transversal, as evidências apresentadas neste artigo foram obtidas a partir de um painel desbalanceado,[3] algo importante para a qualidade da evidência empírica, conforme ressaltam Faria, Lima e Santos (2010).

A evidência empírica obtida com os dados da PINTEC mostra que a cooperação direta ou indireta no uso de infraestrutura laboratorial é efetivamente relevante para P&D externa e contínua, que a interação com instituições estrangeiras é baixa, e que as universidades são instituições particularmente importantes para cooperação entre as alternativas consideradas neste trabalho. Já para inovação, o maior grau de complexidade da atividade inovadora (novidade mundial em relação à novidade para a firma, por exemplo) requer mais informação; universidades e institutos de pesquisa estão entre as instituições mais relevantes para cooperação para inovação, e os objetos de cooperação mais significativos são P&D e ensaios para teste.

Este artigo contém duas seções, além desta introdução. Na seção 2 se apresenta e comenta a base de dados, os filtros e as variáveis, as estatísticas descritivas, e os resultados e as interpretações das regressões. Na seção 3, por fim, são tecidas algumas considerações finais. Ao final deste artigo constam os apêndices.

2 A EVIDÊNCIA EMPÍRICA A PARTIR DE DADOS DA PINTEC[4]

Neste estudo foram utilizadas informações da PINTEC de 2003, 2005 e 2008, que são metodologicamente compatíveis com o *community innovation survey* (CIS) usado em vários países da Europa. Assim como no CIS, as perguntas qualitativas retroagem alguns anos. Na pesquisa de 2003 foram retratadas atividades realizadas em

---

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 pelo apoio, a Glaucia Ferreira e Leandro Veloso pela assistência com os bancos de dados da PINTEC, e aos participantes da reunião de 3 de fevereiro de 2015 para debater este artigo. Eventuais erros ou imprecisões são de responsabilidade do autor.

3. Como não são pesquisadas as mesmas firmas em todas as edições da PINTEC, o painel é dito desbalanceado.

4. Sobre a importância da infraestrutura laboratorial, da cooperação para P&D e da cooperação para inovação, ver Silva Jr. (2014).

2001, 2002 e 2003; na edição de 2005, as atividades referem-se a 2004 e 2005; e na versão de 2008, a 2006, 2007 e 2008. Entre as empresas inovadoras se filtrou aquelas que desenvolveram P&D,[5] excluindo as que tinham projetos incompletos ou abandonados,[6] ficando, assim, somente as empresas que efetivamente iniciaram e terminaram P&D no período analisado.

Utilizou-se dois conjuntos de variáveis dependentes: *i)* decomposições da P&D (contínua, interna, externa[7]); e *ii)* decomposições da inovação (se em produto ou processo, se para a firma ou para o mercado nacional, se principal inovação para o mercado nacional ou se constituiu inovação para o mundo[8]).

Como variáveis explicativas foram utilizados indicadores de uso direto (cooperação em si[9]) e indireto (uso de fontes de informação[10]) de infraestrutura laboratorial. Se atentou, ainda, para o efeito do objeto da cooperação[11] e da localização da fonte de informação,[12] se no Brasil ou no exterior. Assim, a partir dessas três edições da PINTEC, o autor criou um painel desbalanceado com 7.046 firmas efetivamente envolvidas em P&D.

Analisar a decomposição da inovação e P&D em vez da totalidade permite detectar as nuances dessas atividades, que não são possíveis com a informação agregada. Por um lado, a atividade de P&D requer continuidade e, por outro, há significativa diferença entre atividades internas e externas à empresa.

Pelas características intrínsecas aos componentes da P&D, espera-se maior intensidade de cooperação no uso de infraestrutura laboratorial nas atividades externas ou contínuas. E pelas peculiaridades dos componentes da inovação, espera-se maior intensidade de cooperação no uso de infraestrutura laboratorial no esforço inovador para o produto, o mercado e o mundo do que para o processo, a firma e o Brasil. Dado que a indústria brasileira é pouco integrada ao resto do mundo, espera-se maior cooperação com infraestrutura laboratorial localizada no Brasil do que com aquela localizada no exterior. A seguir são apresentados os resultados.

A tabela 1 traz a lista de variáveis dependentes e explicativas e informa a frequência na amostra em percentual. Das cerca de 7 mil firmas efetivamente envolvidas em P&D, 88,6% fizeram P&D interna. Este percentual aparentemente alto é compatível com os filtros feitos pelo autor. Neste mesmo grupo, 25,25% fizeram P&D externa e 44,87% P&D contínua. Com relação à inovação, 81,72% das empresas inovaram em produto, 64,55% em processo, 80,21% inovaram do ponto de vista da firma, 33,69% para o mercado nacional, 68,34% constituíram a principal inovação para o mercado nacional, mas apenas 2,37% fizeram inovações consideradas inéditas a nível mundial.

Sobre as fontes de informação, *proxy* para o uso indireto de infraestrutura laboratorial, 38,14% das firmas usaram as provenientes de universidades e institutos de pesquisa, 32,43% de centros de capacitação profissional e assistência técnica, e 38,37% de instituições de testes, ensaios e certificações. Estas fontes de informação podem estar localizadas no Brasil ou no exterior. Assim, entre as universidades e os institutos de pesquisa têm-se, respectivamente, 37,34% e 2,02%; entre os centros de capacitação, 31,68% e 1,01%; e entre as instituições de testes, 37,04% e 2,28%.

Com relação à cooperação para inovação em si, *proxy* para o uso direto de infraestrutura laboratorial, 10,06% foram feitas com universidades e institutos de pesquisa e 5,89% com centros de capacitação profissional e assistência técnica. Já o objeto da cooperação para inovação está assim distribuído entre universidades e centros, respectivamente: das empresas que focaram em P&D, 6,82% e 1,55%; das que precisaram de assistência técnica,

5. Resposta à pergunta 24, tomando como referência o questionário da PINTEC, edição 2005.

6. Respostas às perguntas 22 e 23.

7. Respostas às perguntas 25 e 44.

8. Respostas às perguntas 10,11, 13, 16, 17 e 19.

9. Respostas às perguntas 140 e 141, sendo 1 = respondeu ou alta ou média ou baixa e 0 = caso contrário. É difícil saber se quem respondeu realmente sabe a dimensão exata da importância da atividade, mas é razoável imaginar que está claro se houve ou não a atividade.

10. Respostas às perguntas 115, 116 e 117, sendo 1 = respondeu ou alta ou média ou baixa e 0 = caso contrário. É difícil saber se quem respondeu realmente sabe a dimensão exata da importância da atividade, mas é razoável imaginar que está claro se houve ou não a atividade.

11. Respostas às perguntas 154 e 155.

12. Respostas às perguntas 127, 128 e 129, sendo 1 = Brasil; 0 = caso contrário; 1 = exterior; e 0 = caso contrário.

1,46% e 1,47%; das que buscavam treinamento, 2,69% e 3,37%; das que pretendiam desenho industrial, 0,63% e 0,33%; e das que queriam fazer ensaio para teste de produto, 4,34% e 1,37%.

Em suma, a distribuição de frequência dessa amostra revela que: *i)* há mais uso indireto de infraestrutura laboratorial do que uso direto – um resultado que faz sentido pois, muitas vezes, durante a P&D, falta apenas uma informação relevante para a empresa dar prosseguimento aos trabalhos, dispensando refazer experimentos já realizados; *ii)* o pouco uso de instituições localizadas no exterior é compatível com nossa priori; e *iii)* os objetos de cooperação mais relevantes são P&D e ensaios para testes de produtos com colaboração de universidades e institutos de pesquisa.

TABELA 1
Variáveis dependentes e explicativas e frequência na amostra

Dependentes	(%)
P&D interna	88,66
P&D externa	25,25
P&D contínua	44,87
Inovação em produto	81,72
Inovação em processo	64,55
Inovação para a firma	80,21
Inovação para o mercado nacional	33,69
Principal inovação para o mercado nacional	68,34
Inovação para o mundo	2,37
Explicativas	
Fontes de informação	
Universidades e institutos de pesquisa	38,14
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	32,43
Instituições de testes, ensaios e certificações	38,37
Localização das fontes de informação	
Universidades e institutos de pesquisa – Brasil; exterior	37,34; 2,02
Centros de capacitação – Brasil; exterior	31,68; 1,01
Instituições de testes – Brasil; exterior	37,04; 2,28
Cooperação para inovação	
Universidades e institutos de pesquisa	10,06
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	5,89
Objeto da cooperação para inovação	
P&D – universidades; centros	6,82; 1,55
Assistência técnica – universidades; centros	1,46; 1,47
Treinamento – universidades; centros	2,69; 3,37
Desenho industrial – universidades; centros	0,63; 0,33
Ensaio para teste de produto – universidades; centros	4,34; 1,37

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.

A possibilidade de relação sistemática entre as variáveis dependentes e explicativas foi testada por meio de quatro regressões em painel, divididas em dois grupos, A e B, apresentadas a seguir, pelo método *probit* com efeitos aleatórios, intercepto e coeficientes constantes, estimadas por máxima verossimilhança – uma opção metodológica bastante utilizada em regressões com amostras grandes e variável dependente discreta, cujos detalhes estão em Cameron e Trivedi (2006). O sinal e a significância dos parâmetros β indicam se a variável associada aumenta, diminui ou simplesmente não impacta a probabilidade da firma ter ou não realizado a atividade de P&D ou inovação em questão; o subscrito k indica o tipo de inovação ou P&D; e it a i-ésima empresa na amostra no ano t.

$$P\&D_{kit} = \beta_0 + \beta_1 \text{Universidades e institutos de pesquisa}_{it} + \beta_2 \text{Centros de capacitação}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1A)$$

$$P\&D_{kit} = \beta_0 + \beta_1 \text{UniversidadesBR}_{it} + \beta_2 \text{Universidades}EXT_{it} + \beta_3 \text{Centros}BR_{it} + \beta_4 \text{Centros}EXT_{it} + \beta_5 \text{Instituições}BR_{it} + \beta_6 \text{Instituições}EXT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2A)$$

$$P\&D_{kit} = \beta_0 + \beta_1 \text{Universidades e institutos de pesquisa}_{it} + \beta_2 \text{Centros de capacitação}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3A)$$

$$P\&D_{kit} = \beta_0 + \quad (4A)$$

β_1Universidades e institutos de pesquisa – $P\&D_{it}$ +

β_2Universidades e institutos de pesquisa – assistência técnica$_{it}$ +

β_3Universidades e institutos de pesquisa – treinamento$_{it}$ +

β_4Universidades e institutos de pesquisa – desenho industrial$_{it}$ +

β_5Universidades e institutos de pesquisa – ensaio para teste$_{it}$ +

β_6Centros de capacitação – P&D$_{it}$ +

β_7Centros de capacitação – assistência técnica$_{it}$ +

β_8Centros de capacitação – treinamento$_{it}$ +

β_9Centros de capacitação – desenho industrial$_{it}$ +

β_{10}Centros de capacitação – ensaio para teste$_{it}$ + ε_{it}

$$\text{INOVAÇÃO}_{kit} = \beta_0 + \beta_1 \text{Universidades}_{it} \text{ e institutos de pesquisa} + \beta_2 \text{Centros de capacitação}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1B)$$

$$\text{INOVAÇÃO}_{kit} = \beta_0 + \beta_1 \text{Universidades}BR_{it} + \beta_2 \text{Universidades}EXT_{it} + \beta_3 \text{Centros}BR_{it} + \beta_4 \text{Centros}EXT_{it} + \beta_5 \text{Instituições}BR_{it} + \beta_6 \text{Instituições}EXT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2B)$$

$$\text{INOVAÇÃO}_{kit} = \beta_0 + \beta_1 \text{Universidades e institutos de pesquisa}_{it} + \beta_2 \text{Centros de capacitação}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3B)$$

$$\text{INOVAÇÃO}_{kit} = \beta_0 + \quad (4B)$$

β_1Universidades e institutos de pesquisa – P&D$_{it}$ +

β_2Universidades e institutos de pesquisa – assistência técnica$_{it}$ +

β_3Universidades e institutos de pesquisa – treinamento$_{it}$ +

β_4Universidades e institutos de pesquisa – desenho industrial$_{it}$ +

β_5Universidades e institutos de pesquisa – ensaio para teste$_{it}$ +

β_6Centros de capacitação – P&D$_{it}$ +

β_7Centros de capacitação – assistência técnica$_{it}$ +

β_8Centros de capacitação – treinamento$_{it}$ +

β_9Centros de capacitação – desenho industrial$_{it}$ +

β_{10}Centros de capacitação – ensaio para teste$_{it}$ + ε_{it}

As equações de regressão 1 e 2 captam os impactos do uso indireto de infraestrutura laboratorial, e as 3 e 4 os impactos do uso direto. As informações mais relevantes estão sumariadas nas tabelas A.1 a D.2, nos apêndices ao final deste artigo.

A tabela A.1 apresenta os resultados referentes à equação de regressão 1A. Se percebeu que o uso indireto de infraestrutura laboratorial oriundas de universidades e institutos de pesquisa, centros de capacitação profissional e assistência técnica ou instituições de testes, ensaios e certificações não tem relação sistemática com a

P&D interna,[13] mas tem efeito positivo e significativo para P&D externa – o que faz sentido, pois a atividade de P&D externa tem estruturalmente troca de informações. O uso de fontes de informação de universidades e centros de capacitação aumenta a probabilidade de P&D contínua. Centros de capacitação, porém, não têm efeito sobre esta decomposição da P&D.

A tabela A.2 apresenta os resultados referentes à equação de regressão 1B. Se percebeu que o uso das fontes de informação disponíveis neste artigo aumenta a probabilidade de inovação em processo; entre as alternativas consideradas, somente universidades e institutos de pesquisa não afetam a ocorrência de atividade inovadora em produto e para o Brasil; o uso de fontes de informação não é relevante para inovação para a firma, mas é relevante para inovação para o mercado, sinalizando que maior grau de complexidade da atividade inovadora requer mais informação; inovação para o mundo não está associada ao uso de informações oriundas de centros de capacitação.

A tabela B.1 apresenta os resultados referentes à equação de regressão 2A. Nela se considera se a localização da fonte de informação (Brasil ou exterior) afeta a probabilidade de ocorrência de uma das atividades de P&D. No caso da P&D interna o efeito é nulo ou negativo, mas para P&D externa é positivo e significativo, exceto para os centros de capacitação profissional e assistência técnica localizados no Brasil, o que confirma o resultado anterior, ou seja, a atividade externa de P&D é intensa em troca de informações. A magnitude dos parâmetros sugere que troca de informações com universidades no Brasil tem mais impacto sobre a atividade de P&D externa do que o uso de informações vindas de universidades no exterior, talvez por conhecerem melhor as peculiaridades da atividade de P&D no Brasil. Já no uso de informações de instituições de teste ocorre o oposto: as do exterior são mais importantes que as domésticas, provavelmente por terem infraestrutura melhor em relação às nacionais.

A tabela B.2 apresenta os resultados referentes à equação de regressão 2B. Nela se considera se a localização da fonte de informação (Brasil ou exterior) afeta a probabilidade de ocorrência de uma das atividades de inovação. Estas decomposições, em grande medida, confirmam os resultados anteriores: o uso das fontes de informação disponíveis neste artigo aumenta a probabilidade de inovação em processo, exceto as oriundas de universidades e institutos de pesquisa e centros de capacitação, ambos no exterior; somente universidades e institutos de pesquisa no Brasil não afetam a ocorrência de atividade inovadora em produto e para o Brasil; o uso de fontes de informação não é relevante para inovação para a firma, mas é relevante para inovação para o mercado, exceto as oriundas de centros de capacitação, independentemente da localização, confirmando que maior grau de complexidade da atividade inovadora requer mais informação; inovação para o mundo não está associada ao uso de informações oriundas de centros de capacitação e instituições de testes, ensaios e certificações localizadas no Brasil.

Na tabela C.1 encontram-se os resultados referentes à equação de regressão 3A. Nela se considera o efeito do uso direto de infraestrutura laboratorial em universidades e institutos de pesquisa e centros de capacitação profissional e assistência técnica. As universidades revelam-se importantes para as atividades de P&D externa e contínua, enquanto os centros de capacitação são mais relevantes para P&D interna e externa. A magnitude dos parâmetros sugere que a cooperação com universidades é mais importante do que a cooperação com centros de capacitação para P&D externa. Assim como no uso indireto de infraestrutura laboratorial, por meio de troca de informações, o uso direto, por intermédio de cooperação, se revela mais intenso em P&D externa.

Na tabela C.2 encontram-se os resultados referentes à equação de regressão 3B. Nela se considera o efeito do uso direto de infraestrutura laboratorial em universidades e institutos de pesquisa e centros de capacitação profissional e assistência técnica. Universidades e institutos de pesquisa aumentam a probabilidade de ocorrência de todos os tipos de inovação, exceto inovação para o Brasil. Já os centros de capacitação são importantes apenas para inovação em processo, para o mercado nacional e para o principal produto para o mercado nacional.

A tabela D.1 apresenta os resultados referentes à equação de regressão 4A, que avalia a relevância do objeto da cooperação (P&D, assistência técnica, treinamento, desenho industrial ou ensaio para teste) entre empresas e universidades

13. É razoável imaginar que P&D interna requer estrutura própria. Sendo assim, é natural que tais empresas não usem estrutura externa direta ou indireta regularmente, a ponto de constituir uma relação empírica sistemática.

ou centros de capacitação para ocorrência de P&D. Para P&D externa e contínua esses objetos de cooperação são relevantes nos dois tipos de instituições disponíveis na pesquisa. Para P&D interna ou ocasional ocorre o oposto.

Por fim, na tabela D.2 são apresentados os resultados referentes à equação de regressão 4B, que avalia a relevância do objeto da cooperação (P&D, assistência técnica, treinamento, desenho industrial ou ensaio para teste) entre empresas e universidades ou centros de capacitação para a ocorrência de inovação. Para inovação em produto, o relevante é a cooperação com universidades e institutos de pesquisa para P&D e centros de capacitação para assistência técnica. Para inovação em processo, a interação com universidades é importante para P&D e ensaios para teste, mas com os centros de capacitação é importante apenas para treinamento. Se a inovação é para a firma, o relevante é cooperar com universidades e institutos de pesquisa para desenho industrial e centros de capacitação para treinamento. Mas se a inovação é para o Brasil, a evidência sugere que a interação relevante é apenas com centros de capacitação para treinamento. E se a inovação é para o mundo, o importante é cooperar com universidades e institutos de pesquisa para P&D e ensaios para teste.

Em suma, as regressões em painel *probit* sugerem que o uso direto ou indireto de infraestrutura laboratorial aumenta a probabilidade de ocorrência de atividades de P&D externa e contínua, nesta ordem de importância; mas não é significativa para P&D interna – o que é razoável se for considerada a literatura associada e que a P&D requer interação sistemática, particularmente quando feita em cooperação com outras instituições.

Essas evidências estão de acordo com o debate recente, na medida em que mostram a importância da colaboração em P&D com outras empresas e instituições para utilização de recursos externos e transferência eficiente de conhecimentos – aspecto destacado por Becker e Dietz (2004). Em particular, o fato da cooperação afetar positivamente P&D está de acordo com evidência encontrada para a Alemanha, e a sensibilidade aos elementos relevantes do ambiente estratégico das empresas, em particular universidades e centros de pesquisa como fonte de informação no processo de inovação, está de acordo com evidência encontrada para a Bélgica.

As regressões em painel *probit* sugerem, ainda, que maior grau de complexidade da atividade inovadora requer mais informação; universidades e institutos de pesquisa estão entre as instituições relevantes para cooperação para inovação, e os objetos de cooperação mais significativos são P&D e ensaios para teste.

Essas evidências também estão de acordo com o debate recente sobre esse tema, na medida em que também mostram a importância da colaboração em inovação com outras empresas e instituições para utilização de recursos externos e transferência eficiente de conhecimentos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evidência empírica obtida neste artigo é consoante com o debate e a evidência recentes para os Estados Unidos e os países europeus.

Por um lado, o conjunto de resultados obtidos a partir da PINTEC sugere que a cooperação direta ou indireta no uso de infraestrutura laboratorial é efetivamente relevante para P&D externa e contínua, que a interação com instituições estrangeiras é baixa, e que as universidades são instituições particularmente importantes para cooperação entre as alternativas consideradas neste estudo. Logo, incentivos à cooperação para uso de infraestrutura laboratorial deveriam focar na geração de P&D externa e contínua e na interação entre empresas e universidades e empresas e instituições de testes e ensaios localizadas no exterior.

Além disso, tais resultados sinalizam que a cooperação direta ou indireta no uso de infraestrutura laboratorial é efetiva quando o grau de complexidade da atividade inovadora requer mais informação. Universidades e institutos de pesquisa estão entre as instituições relevantes para cooperação para inovação, e os objetos de cooperação mais significativos são P&D e ensaios para teste. Incentivos à cooperação para uso de infraestrutura laboratorial deveriam focar na geração de inovação em produto e para o mundo, e na interação entre empresas e universidades e empresas e instituições de testes e ensaios localizadas no exterior.

REFERÊNCIAS

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.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics**: methods and applications. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

FARIA, P.; LIMA, F.; SANTOS, R. Cooperation in innovation activities: the importance of partners. **Research Policy**, n. 39, p. 1082-1092, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação (PINTEC)**. Questionários das edições 2003, 2005 e 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2003, 2005 e 2008.

SCHMIEDEBERG, C. Complementarities of innovation activities: an empirical analysis of the german manufacturing sector. **Research Policy**, n. 37, p. 1492-1503, 2008.

SILVA JR., G. G. **Infraestrutura laboratorial e cooperação para P&D e inovação**. Brasília: Ipea, out. 2014. (Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, n. 35).

APÊNDICES

APÊNDICE A

TABELA A.1
Impactos do uso de fontes de informação sobre P&D

	Interna	Externa	Contínua
Constante	3,56*	-1,3*	0,036
Universidades e institutos de pesquisa	0,13	0,62*	0,50*
Centros de capacitação	-0,03	0,095**	0,067
Instituições de testes, ensaios e certificações	0,14	0,30*	0,3*

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.
Obs.: 1. Todas as regressões têm 7.046 observações.
2. *, ** e *** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5% e 10%.

TABELA A.2
Impactos do uso de fontes de informação sobre inovação

	Produto	Processo	Firma	Mercado nacional	Principal para o mercado nacional	Mundo
Constante	1,22*	0,48*	1,04*	-0,78*	0,46*	-2,78*
Universidades e institutos de pesquisa	0,0061	1,89*	-0,1288**	0,48*	0,042	0,61*
Centros de capacitação	0,1132***	0,206*	0,048	0,098*	0,13*	-0,117
Instituições de testes, ensaios e certificações	0,30*	0,201*	0,29	0,36*	0,12*	0,248*

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.
Obs.: 1. Todas as regressões têm 7.046 observações.
2. *, ** e *** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5% e 10%.

APÊNDICE B

TABELA B.1

Brasil ou exterior: impactos do uso de fontes de informação por localização da fonte sobre P&D

	Interna	Externa	Contínua
Constante	3,24*	-1,26*	0,04
Universidades e institutos de pesquisa – Brasil	-0,067	0,56*	0,46*
Universidades e institutos de pesquisa – exterior	0,24	0,47*	0,97*
Centros de capacitação – Brasil	0,09	0,08	0,095
Centros de capacitação – exterior	-0,88**	0,34***	-0,36
Instituições de testes, ensaios e certificações – Brasil	0,078	0,24*	0,26*
Instituições de testes, ensaios e certificações – exterior	-0,65*	0,67*	0,15

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.
Obs.: 1. Todas as regressões têm 7.046 observações.
2. *, ** e *** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5% e 10%.

TABELA B.2

Brasil ou exterior: impactos do uso de fontes de informação por localização da fonte sobre inovação

	Produto	Processo	Firma	Mercado nacional	Principal para o mercado nacional	Mundo
Constante	1,22*	0,47*	1,04*	-0,77*	0,45*	-2,71*
Universidades e institutos de pesquisa – Brasil	0,012	0,18*	-0,07	0,43*	-0,04	0,60*
Universidades e institutos de pesquisa – exterior	-0,27***	0,18	-0,085	0,70*	-0,18**	0,51*
Centros de capacitação – Brasil	0,11**	0,21*	0,054	0,089	0,12*	-0,12
Centros de capacitação – exterior	0,70**	0,13	0,154	0,367	0,35**	-0,22
Instituições de testes, ensaios e certificações – Brasil	0,27*	0,18*	0,012	0,312*	0,13*	0,13
Instituições de testes, ensaios e certificações – exterior	0,39*	0,43*	-0,27*	0,755*	0,14***	0,38*

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.
Obs.: 1. Todas as regressões têm 7.046 observações.
2. *, ** e *** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5% e 10%.

APÊNDICE C

TABELA C.1
Impactos da cooperação sobre P&D

	Interna	Externa	Contínua
Constante	3,31*	-0,97*	0,29*
Universidades e institutos de pesquisa	-0,32***	0,85*	0,91*
Centros de capacitação	0,38**	0,38*	0,097

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.
Obs.: 1. Todas as regressões têm 7.046 observações.
2. *, ** e *** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5% e 10%.

TABELA C.2
Impactos da cooperação sobre inovação

	Produto	Processo	Firma	Mercado nacional	Principal para o mercado nacional	Mundo
Constante	1,35*	1,12***	-0,50*	1,02*	0,54*	-2,44*
Universidades e institutos de pesquisa	0,24*	0,15**	0,95*	-0,15**	-0,026	0,87*
Centros de capacitação	0,17	0,26***	0,12	0,20**	0,16**	-0,23

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.
Obs.: 1. Todas as regressões têm 7.046 observações.
2. *, ** e *** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5% e 10%.

APÊNDICE D

TABELA D.1
Impactos da cooperação sobre P&D dado o objeto da cooperação

	Interna	Externa	Contínua
Constante	3,27*	-0,94*	0,30*
Universidades e institutos de pesquisa – P&D	0,72*	0,87*	0,92*
Universidades e institutos de pesquisa – assistência técnica	0,11	-0,02	0,18
Universidades e institutos de pesquisa – treinamento	0,36	0,037	0,51*
Universidades e institutos de pesquisa – desenho industrial	-0,95*	0,16	-0,13
Universidades e institutos de pesquisa – ensaio para teste	-0,18	0,22**	0,15
Centros de capacitação – P&D	0,79	-0,26***	0,13
Centros de capacitação – assistência técnica	0,78	0,13	0,04
Centros de capacitação – treinamento	-0,52**	0,57*	0,18
Centros de capacitação – desenho industrial	-1,31***	0,44	0,83***
Centros de capacitação – ensaio para teste	0,91	-0,18	0,13

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.
Obs.: 1. Todas as regressões têm 7.046 observações.
2. *, ** e *** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5% e 10%.

TABELA D.2
Impactos da cooperação sobre inovação dado o objeto da cooperação

	Produto	Processo	Firma	Mercado nacional	Principal para o mercado nacional	Mundo
Constante	1,36*	0,65*	1,02*	-0,47*	0,54*	-2,34*
Universidades e institutos de pesquisa – P&D	0,19**	0,35*	-0,06	0,78*	-0,03	0,62*
Universidades e institutos de pesquisa – assistência técnica	-0,034	0,012	-0,03	-0,09	0,05	0,11
Universidades e institutos de pesquisa – treinamento	0,0002	0,11	0,034	0,15	-0,014	0,02
Universidades e institutos de pesquisa – desenho industrial	-0,03	-0,005	0,39***	-0,38***	-0,004	-0,09
Universidades e institutos de pesquisa – ensaio para teste	0,19	0,20***	-0,25*	0,46*	-0,006	0,39*
Centros de capacitação – P&D	0,15	-0,08	0,008	-0,27	0,16	0,085
Centros de capacitação – assistência técnica	0,60**	0,12	0,14	0,28	0,15	0,10
Centros de capacitação – treinamento	0,13	0,40*	0,14***	0,37*	0,14*	0,06
Centros de capacitação – desenho industrial	-0,48	-0,18	-0,25	0,12	-0,54**	0,24
Centros de capacitação – ensaio para teste	-0,11	0,10	0,15	-0,28	-0,25*	0,12

Fonte: PINTEC/IBGE, edições 2003, 2005 e 2008.
Elaboração do autor.
Obs.: 1. Todas as regressões têm 7.046 observações.
2. *, ** e *** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5% e 10%.

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

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

ISSN 2177-1855

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Secretaria de Assuntos Estratégicos