

INFRAESTRUTURA LABORATORIAL E COOPERAÇÃO PARA P&D E INOVAÇÃO

Gilson Geraldino Silva Jr.^{1,2}

1 INTRODUÇÃO

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

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

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

2 IMPORTÂNCIA DA INFRAESTRUTURA LABORATORIAL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.1 Cooperação para P&D

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.2 Cooperação para inovação

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3 A EVIDÊNCIA EMPÍRICA A PARTIR DE DADOS DO SURVEY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TABELA 1
Laboratórios: estatísticas descritivas

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

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

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

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

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

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

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

TABELA 2

Laboratórios: regressões *probit* em corte transversal

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

Fonte: *Survey* do Ipea (2013).

Elaboração do autor.

Notas: ¹ Indicam significância a 1%.

² Indicam significância a 5%.

³ Indicam significância a 10%.

4 CONCLUSÃO

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

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

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

REFERÊNCIAS

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

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

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

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

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

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

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