

# A cooperação com empresas aumenta a geração de tecnologia nas universidades?

## Análise a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq

Thiago Caliani<sup>1</sup>, Márcia Siqueira Rapini<sup>2</sup> e Tulio Chiarini<sup>3</sup>

### Resumo

Este trabalho analisa os efeitos da interação universidade–empresa (U–E) para a geração de tecnologia nas instituições de ensino superior, tomando como base os microdados do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), referentes aos Censos de 2014 e 2016. Os resultados da observação evidenciam o impacto positivo dessa interação para a geração de tecnologias, embora seja considerado moderado se comparado ao impacto da “eficiência científica”, da “escala científica” e da “cumulatividade tecnológica”. Os achados indicam, ainda, que a orientação à internacionalização científica não tem funcionado

### Abstract

*This paper aims to analyze the effects of university-firm interactions (UF) over generation of technology by Brazilian universities taking into account microdata from CNPq's Research Group (DGP), 2014 and 2016's census. The results show a positive but moderate impact of UF interactions on technology generation when compared to the impact of "scientific efficiency", "scientific scale" and "technological cumulativeness". The results indicate that the focus on scientific internationalization is not yet successful as an "instrument to focus on the direction of technological progress" (ALBUQUERQUE, 2001). Despite that, we can infer the continuing importance of the efforts of ST&I*

1 Doutor em Economia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar-UFMG). Professor adjunto III do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

2 Doutora em Economia da Indústria e da Tecnologia pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/ UFRJ). Professora e pesquisadora do CEDEPLAR-UFMG.

3 Doutor em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e pós-doutor pelo *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (CNR). Analista em C&T do MCTIC, atuando na Divisão de Estratégia do Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

como “instrumento para focalizar a direção do progresso tecnológico” (ALBUQUERQUE, 2001). Entretanto, foi possível perceber importância da continuidade dos esforços das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a redução das desigualdades regionais, além da relevância da priorização das áreas do Quadrante de Pasteur para o fomento à interação U–E.

*policies to reduce regional inequalities and to focus on areas of the Pasteur’s Quadrant in fostering the UF interactions.*

**Palavras-chave:** Interação universidade–empresa. Geração de tecnologia. Política de CT&I. DGP/CNPq.

**Keywords:** *University–firm interaction. Technology generation. ST&I policy. DGP/CNPq.*

## 1. Introdução

A literatura econômica com ênfase no Triângulo de Sábato, nos Sistemas de Inovação e na Hélice Tríplice já reconheceu, há algumas décadas, o papel das interações entre diferentes agentes como potencializador do processo de geração de novos conhecimentos (SABATO, 1979; LUNDVALL, 1988; FREEMAN, 1992; LEYDESDORFF; ETZKOWITZ, 1996). Desde os avanços teóricos e empíricos destes arcabouços, diferentes políticas públicas de fomento à geração de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), juntamente com políticas de incentivo à transferência de conhecimento, têm sido propostas por diferentes governos, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (WIPO, 2012).

Nesse ínterim, a consideração da universidade como *locus* de desenvolvimento tecnológico e atividades empreendedoras (ETZKOWITZ, 2013; ETZKOWITZ; ZHOU, 2008) vem se destacando cada vez mais. O envolvimento acadêmico, por um lado, na geração e transferência de tecnologia e, por outro, na formação de novas empresas, a partir de *start-ups*, significou, ao longo do tempo, a inserção das universidades em estratégias nacionais e regionais relevantes para o fortalecimento de políticas públicas, demonstrando o potencial dessas instituições para o desenvolvimento socioeconômico (JAFFE, 1989; AUDRETSCH; LEHMANN, 2005; GUERRERO; CUNNINGHAM; URBANO, 2015; ROESSNER *et al.*, 2013).

No Brasil, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) foi criado no final dos anos 1960, “com a finalidade de dar apoio aos programas e projetos prioritários de desenvolvimento científico e tecnológico” (BRASIL, 1969). No entanto, somente na década

de 1990 foram iniciadas políticas explícitas para a promoção de interações e a transferência de conhecimento entre agentes, sob orientação do *Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria* (Pacti), que enfatizava, por meio dos projetos Ômega e Alfa, o fortalecimento de parcerias entre empresas, institutos tecnológicos e universidades. No âmbito estadual, são pioneiras, por exemplo, as iniciativas da Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp) referentes à instituição dos programas *Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica* (Pite), em 1995, e do *Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas* (Pipe), em 1997.

No início dos anos 2000, por meio da promulgação da Lei 10.168 (BRASIL, 2000), foi instituído o *Programa de Estímulo à Interação Universidade–Empresa para o Apoio à Inovação* com a criação do *Fundo Verde–Amarelo* – fundo setorial do FNDCT –, que tinha o propósito de incentivar a implementação de projetos de Ciência e Tecnologia (C&T) cooperativos entre universidades, centros de pesquisa e o setor produtivo. Tais medidas também tinham como finalidade encorajar a ampliação dos gastos privados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ao, por exemplo, reduzir a zero a alíquota de contribuição de intervenção no domínio econômico das remessas destinadas ao exterior para pagamento de contratos relativos à exploração de patentes.

A década de 2000 ainda é marcada pelas sanções: da Lei 10.973/2004 (BRASIL, 2004), conhecida por Lei da Inovação, que dispõe sobre incentivos à C&T no ambiente produtivo; e da Lei 11.540/2007 (BRASIL, 2007). Esta última revê a norma que institui o FNDCT; prevê a aplicação de seus recursos para projetos e atividades de CT&I, por meio de subvenção econômica para empresas; e cria as bases institucionais para o lançamento de iniciativas como o Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe). Após 12 anos da sanção da Lei da Inovação, esta norma foi revista pela Lei 13.243/2016 (BRASIL, 2016), que torna expressas questões referentes à promoção da cooperação e interação entre agentes.

Esse pequeno reexame não exaustivo dos principais esforços institucionais dos últimos governos brasileiros, no que concerne ao estímulo à cooperação universidade–empresa (U–E), à transferência de conhecimento e, em última instância, à inovação, ilustra quão complexo é o tema. Essa complexidade recai, ainda, sobre os impactos de tais esforços: há uma miríade de leis, estratégias e programas; no entanto, raramente são encontradas avaliações que visam a analisá-los e examinar sua efetividade.

No que se refere aos resultados da cooperação U–E no Brasil, alguns estudos têm sido realizados para analisar seu impacto: i) nos esforços inovadores das empresas e ii) no desempenho científico e tecnológico das universidades. Em relação ao primeiro caso, é possível citar os trabalhos que avaliaram, por exemplo, o Fundo Verde–Amarelo (MOURA, 2017). Na mesma esteira, há aqueles

que examinaram o programa Pappé (CARRIJO; BOTELHO, 2013; TORRES; BOTELHO, 2018) e os programas Pite e Pipe (SALLES-FILHO, 2011). Torres e Botelho (2018), por exemplo, constataram que a cooperação com universidades tem sido fundamental para o desenvolvimento de inovações radicais em pequenas empresas, visto que a cooperação reduz a incerteza técnica/tecnológica dos projetos.

Em relação ao segundo caso, alguns trabalhos analisaram o impacto da interação U–E na produtividade dos pesquisadores. Kannebley *et al.* (2013), por exemplo, verificaram que o FNDCT teve impacto positivo entre 5% e 6% no incremento da produção acadêmica brasileira. O mesmo resultado positivo foi encontrado na análise das universidades estaduais paulistas, no período de 2000 a 2008 (ALVAREZ *et al.*, 2013).

Por outro lado, poucos trabalhos avaliaram o impacto da cooperação com empresas na geração de tecnologias nas universidades. Turchi *et al.* (2013) analisaram, por meio de pesquisa quantitativa e qualitativa realizada ao longo de 2010, o impacto da colaboração entre Petrobras e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT). As distintas e diversas análises nas regiões brasileiras indicaram que a cooperação aumenta a “capacidade dos ICT de desenvolver projetos com potencial de transferência de tecnologia da universidade para outras empresas” (TURCHI *et al.*, p. 13), além de gerar novos produtos e novos processos. Na mesma esteira, Caliar *et al.* (2016) observaram que a cooperação U–E contribui para a geração de *software*, produto, técnica e patentes (o que eles chamam de *tecnologia*) nas universidades. Também encontraram correlação positiva entre a geração de tecnologia e as publicações; e a dimensão dos grupos de pesquisa. Em termos dos tipos de relacionamento, a *pesquisa de curto prazo* e as *atividades de treinamento* estiveram relacionadas com a geração de tecnologia.

Este artigo traz um avanço em relação à análise proposta por Caliar *et al.* (2016). O presente estudo faz uso dos microdados do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (DGP) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ou seja, as informações no nível dos grupos de pesquisa e não das instituições, além de examinar somente a cooperação das universidades com empresas que pertencem à Indústria de Transformação - diferentemente de Caliar *et al.* (2016), que analisaram todas as interações institucionais -. Evidências recentes do Censo 2016 do DGP revelam que a cooperação dos grupos de pesquisa com empresas responde por apenas 13% do total. Por outro lado, 70% das interações ocorrem com outras universidades e outros institutos de pesquisa no Brasil e no exterior (RAPINI, 2018).

Além desta introdução, o presente artigo está organizado em mais três seções. Na seção a seguir, são apresentadas a base de dados (censos do DGP/CNPq de 2014 e 2016) e a metodologia empregada (modelos econométricos que utilizam o método de regressão censurada) para verificar

se, no Brasil, a cooperação com empresas aumenta a geração de tecnologia nas universidades. Na seção posterior são apresentadas discussões a partir dos resultados dos modelos propostos. Considerações finais encerram o artigo.

## 2. Base de dados e metodologia

### 2.1. Da base de dados

Este trabalho utiliza os dados relativos aos grupos de pesquisa cadastrados no CNPq, contidos na base de dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (DGP). Iniciado em 1992, o DGP disponibiliza, desde então, um censo da capacidade instalada de pesquisa no País, medida pelos grupos ativos em cada período. Dentre as informações reunidas, desagregadas no tempo por região, unidade da federação e instituição, encontram-se aquelas relacionadas aos recursos humanos (pesquisadores, estudantes e técnicos); às linhas de pesquisa desenvolvidas; às áreas de conhecimento; aos setores de atividades envolvidos; à produção científica e tecnológica; e aos padrões de interação com o setor produtivo.

Desde 2002, o DGP/CNPq passou a introduzir questões específicas sobre interações com o setor produtivo. Há, porém, uma subestimação do número de relacionamentos declarados pelo líder do grupo de pesquisa (RAPINI, 2007). A interação com o setor produtivo não é um critério utilizado pelas entidades de fomento para a avaliação do desempenho do pesquisador, o que também pode explicar sua expressiva subestimação. Mesmo com estas limitações, o universo do DGP/CNPq tem crescido nos últimos anos, cobrindo parte considerável da comunidade científica brasileira (CARNEIRO; LOURENÇO, 2003).

Para fins desse trabalho, foram considerados os dois últimos censos disponibilizados pelo DGP/CNPq – 2014 e 2016 –, pois o recorte setorial das organizações parceiras estava disponível apenas para estes anos. Assim, optou-se por analisar somente os relacionamentos dos grupos de pesquisa com instituições parceiras que operam na Indústria de Transformação – conforme Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) de 10 a 33. A *Tabela 1* apresenta um levantamento quantitativo de instituições, grupos de pesquisa, interações e outras informações da base de dados para os dois biênios censitários considerados.

**Tabela 1.** Descrição de variáveis e indicadores da base do DGP/CNPQ, Censos 2014 e 2016

Descrição	2014	2016	Varição %
Instituições	487	525	7,8
Instituições com grupos de pesquisa interativos	74	87	17,6
Total de grupos de pesquisa	34.760	36.969	6,4
Grupos de pesquisa que interagiram com Indústria de Transformação	767	727	-5,2
Número de interações	2.235	2.358	5,5
Interações por grupo de pesquisa	2,9	3,2	11,8
Interações por instituição	30,2	27,1	-10,3

Fonte: *Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPq.*

Nota: Interações somente com a Indústria de Transformação (CNAE 10 a 33).

Pode-se verificar um incremento no número de instituições com grupos interativos na Indústria de Transformação, assim como das interações. No entanto, houve queda no número de grupos interativos. De qualquer forma, a principal informação que pode ser extraída é a baixa quantidade de grupos que interagem com a Indústria de Transformação no total de grupos de pesquisa da base (2,2% e 2,0% para 2014 e 2016, respectivamente).

## 2.2. Do modelo econométrico

O exercício econométrico proposto será realizado por meio do Modelo Tobit, desenvolvido inicialmente por Tobin (1958) e também conhecido como Modelo de Regressão Censurado. Tal método é designado para estimar relacionamentos lineares entre variáveis, quando existe uma censura superior ou inferior na variável dependente. Este é justamente o caso da variável dependente do trabalho – quantidade de interações realizadas pelos grupos de pesquisa. Como será observado, dos 54.622 grupos de pesquisa considerados nos dois biênios dos censos do DGP/CNPq, 50.029 não possuem interação em algum dos censos, o que corresponde a 91,6% de toda a base. Configura-se, portanto, um truncamento no limite inferior.

O exercício estabelecido pretende regredir a tecnologia desenvolvida pelo grupo de pesquisa (dada pela soma de todos os tipos de tecnologia) em função de demais variáveis explicativas,

seguindo a proposição de Caliar *et al.* (2016). O trabalho destes autores é fundamentado na análise das instituições que possuíam grupos de pesquisa interativos. O novo esforço de análise, por sua vez, toma como base as informações concernentes ao próprio grupo de pesquisa que promoveu interações, o que constitui maior microfundamentação analítica e metodológica, mais fidedigna à realidade. Além disso, a análise concentra-se exclusivamente nas interações com empresas do setor de Indústria de Transformação. O trabalho de Caliar *et al.* (2016) não possuía tal recorte.

As variáveis utilizadas para a análise são as propostas na *Tabela 2*. Os controles para tipo de relacionamento, tipo de remuneração e código CNAE não serão apresentados nos resultados do corpo do artigo, por não serem o objeto do estudo. Quando a tecnologia defasada foi utilizada como variável explicativa, a análise só considerou o censo de 2016, dado que não há informação para o ano de 2014. Além disso, foram propostos mais dois tipos de análise: o primeiro considerou apenas os grupos de pesquisa que interagem e o segundo, todos os Grupos. Mesmo no primeiro caso, o Modelo Tobit foi aplicado, uma vez que só há mudança no truncamento inferior (de nenhuma interação para uma). Neste caso, tem-se 13,9% dos grupos de pesquisa com apenas uma interação realizada, para os dois biênios.

**Tabela 2.** Variáveis propostas no modelo econométrico

Tipo	Descrição	Fonte
Variável dependente		
Tecnologia	Soma de todas as tecnologias desenvolvidas pelo grupo de pesquisa. São elas: <i>software</i> , produto, técnica e patentes.	DGP/CNPq
Variáveis explicativas		
Tecnologia (t-1)	Soma de todas as tecnologias desenvolvidas pelo grupo de pesquisa no biênio anterior. São elas: <i>software</i> , produto, técnica e patentes.	DGP/CNPq
Eficiência científica	Quantidade total de publicação (periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros) dividido pelo total de pesquisadores mestres e doutores vinculados ao grupo de pesquisa.	DGP/CNPq
Fator "Pessoal"	Primeiro fator obtido pela análise fatorial da quantidade total de mestres e doutores vinculados ao grupo de pesquisa.	DGP/CNPq
População	População do município onde está situado o grupo de pesquisa.	IBGE
PIB <i>per capita</i>	PIB <i>per capita</i> do município onde está situado o Grupo de Pesquisa.	IBGE
Tempo de atuação	Tempo que o Grupo de Pesquisa atua, considerando a data do censo.	DGP/CNPq
Interação	Quantidade de interações realizadas pelo grupo de pesquisa com empresas nacionais.	DGP/CNPq

Tipo	Descrição	Fonte
Interação internacional	Quantidade de interações com instituições parceiras internacionais realizadas pelo grupo de pesquisa.	DGP/CNPq
Grande Área do conhecimento	Variáveis <i>dummy</i> para as grandes áreas do conhecimento. Área base: Ciências Agrárias <sup>1</sup> .	DGP/CNPq
Regiões federativas	Variáveis <i>dummy</i> para as regiões federativas do Brasil. Região base: Sudeste <sup>2</sup> .	DGP/CNPq
Tipo de relacionamento	Variáveis <i>dummy</i> para cada tipo de relacionamento <sup>3</sup> .	DGP/CNPq
Tipo de remuneração	Variáveis <i>dummy</i> para cada tipo de remuneração <sup>4</sup> .	DGP/CNPq
Divisão CNAE	Variáveis <i>dummy</i> para cada divisão CNAE da Indústria de Transformação (CNAE 10 a 33).	DGP/CNPq e CNAE/IBGE

Fonte: *Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPq.*

Notas:

- <sup>(1)</sup> A distribuição dos grupos de pesquisa classificados por grande área do conhecimento no recorte da base é bastante diversificada. A escolha da área Ciências Agrárias é utilizada para permitir comparabilidade com resultados de trabalhos anteriores que utilizaram a mesma área base (CALIARI *et al.*, 2016; CALIARI; RAPINI, 2017).
- <sup>(2)</sup> A escolha recai sobre o grande número de grupos de pesquisa na Região Sudeste, da ordem de 44% em 2014 e 42,2% em 2016.
- <sup>(3)</sup> A lista dos tipos de relacionamentos está presente na *Tabela 3*.
- <sup>(4)</sup> A lista dos tipos de remunerações da base DGP está presente na *Tabela 3*.

**Tabela 3.** Coeficientes das variáveis de controle

Variáveis de controle	Modelo 1 (somente 2016)	Modelo 3 (2014/2016)
Tipos de Relacionamento		
1. Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados	Base	Base
2. Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados	0.167	0.798
3. Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento de protótipo, cabeça de série ou planta-piloto para o parceiro	-4.045	-2.118
4. Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento/fabricação de equipamentos para o grupo	-2.964	-0.561
5. Desenvolvimento de <i>software</i> não-rotineiro para o grupo pelo parceiro	-36.55	-3.977
6. Desenvolvimento de <i>software</i> para o parceiro pelo grupo	-35.21	-38.47
7. Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro	-0.248	0.616

Variáveis de controle	Modelo 1 (somente 2016)	Modelo 3 (2014/2016)
8. Transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo	-35.77	-2.357
9. Atividades de consultoria técnica não englobadas em qualquer das categorias anteriores	-6.755*	-2.725*
10. Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	-1.668	-1.171
11. Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	-34.27	-39.75
12. Treinamento de pessoal do parceiro pelo grupo, incluindo cursos e treinamento em serviço	-36.53	-7.643*
13. Treinamento de pessoal do grupo pelo parceiro, incluindo cursos e treinamento em serviço	-33.3	-38.52
14. Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores	-2.041	0.291
<b>Tipos de Remuneração</b>		
1. Transferência de recursos financeiros do grupo para o parceiro	Base	Base
2. Transferência de recursos financeiros do parceiro para o grupo	-0.167	1.358
3. Fornecimento de bolsas para o grupo pelo parceiro	-0.595	1.117
4. Parceria sem a transferência de recursos de qualquer espécie, envolvendo exclusivamente relacionamento de risco	0.408	2.412
5. Parceria com transferência de recursos de qualquer espécie nos dois sentidos	1.275	1.874
6. Transferência de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo	-1.09	1.47
7. Transferência de insumos materiais para as atividades do parceiro	2.445	-0.723
8. Transferência física temporária de recursos humanos do grupo para as atividades do parceiro	2.666	-0.729
9. Transferência física temporária de recursos humanos do parceiro para as atividades de pesquisa do grupo	0.287	2.609
10. Outras formas de remuneração que não se enquadrem em nenhuma das anteriores	-0.277	3.242
<b>CNAE Indústria de Transformação (10-33)</b>		
10. Fabricação de Produtos Alimentícios	Base	Base
11. Fabricação de Bebidas	0.686	-3.034
12. Fabricação de Produtos do Fumo	-36.65	-40.04
13. Fabricação de Produtos Têxteis	-3.546	-2.156

Variáveis de controle	Modelo 1 (somente 2016)	Modelo 3 (2014/2016)
14. Confeção de Artigos do Vestuário e Acessórios	-35.73	-38.69
15. Preparação de Couros e Fabricação de Artefatos de Couro, Artigos para Viagem e Calçados	-1.707	-6.435
16. Fabricação de Produtos de Madeira	6.683**	1.226
17. Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel	3.798*	-0.0742
18. Impressão e Reprodução de Gravações	10.36*	3.486
19. Fabricação de Coque, de Produtos Derivados do Petróleo e de Biocombustíveis	-0.254	-2.030*
20. Fabricação de Produtos Químicos	-1.041	-2.972**
21. Fabricação de Produtos Farmoquímicos e Farmacêuticos	-1.948	-1.766
22. Fabricação de Produtos de Borracha e de Material Plástico	-2.017	-2.763
23. Fabricação de Produtos de Minerais Não-Metálicos	-3.859	-7.251***
24. Metalurgia	-0.444	-4.484**
25. Fabricação de Produtos de Metal, exceto Máquinas e Equipamentos	-1.633	-2.63
26. Fabricação de Equipamentos de Informática, Produtos Eletrônicos e Ópticos	-0.793	0.779
27. Fabricação de Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos	-0.0935	0.726
28. Fabricação de Máquinas e Equipamentos	0.772	0.317
29. Fabricação de Veículos Automotores, Reboques e Carrocerias	-0.173	-0.0548
30. Fabricação de Outros Equipamentos de Transporte, exceto Veículos Automotores	-32.31	1.254
31. Fabricação de Móveis	6.552	2.197
32. Fabricação de Produtos Diversos	-1.76	0.307
33. Manutenção, Reparação e Instalação de Máquinas e Equipamentos	-0.548	-0.31

Fonte: *Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPq.*

Nota: (\*\*\*) (\*\*), (\*): significante a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

### 3. Discussões e resultados

A cumulatividade tecnológica mostra-se importante. Grupos de Pesquisa que geraram tecnologia em período anterior tendem a gerar mais ainda no período atual. O processo de aprendizado é cumulativo e a geração prévia de tecnologias favorece o desenvolvimento de conhecimentos específicos relacionados a atividades desta natureza dentro dos Grupos de Pesquisa. Esta é uma variável relevante no modelo, visto que sua inserção modifica (*i.e.*, diminui) a magnitude do coeficiente das demais, sem, no entanto, que sua significância desapareça. Além disso, os resultados de ajuste dos modelos que a incluem (pseudo-R<sup>2</sup>) são superiores aos dos que a excluem.

Ainda, grupos de pesquisa com maior eficiência científica (publicações/recursos humanos) e escala (fator *peessoal*) tendem a gerar mais tecnologia. Cabe ressaltar, porém, que os coeficientes do impacto destas variáveis são majorados quando excluída a geração de tecnologia defasada, o que poderia apontar para uma importância maior do que esses indicadores realmente possuem. De qualquer forma, a magnitude do coeficiente indica que tanto a *eficiência* quanto a *escala científica* (*i.e.*, número de pesquisadores) são importantes para modificar a capacidade de geração tecnológica, com maior impacto (pelo menos nos biênios analisados) na escala, resultado este condizente com o encontrado em De Negri e Squeff (2016), em estudo sobre as infraestruturas científicas no Brasil.

Tabela 4. Resultados dos modelos

Variáveis	Com variável defasada		Sem variável defasada	
	Apenas GPs com interações	Todos os GPs	Apenas GPs com interações	Todos os GPs
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	(somente 2016)	(somente 2016)	(2014/2016)	(2014/2016)
Tecnologia (t-1)	0,691***	0,329***		
Eficiência científica	0,207***	0,318***	0,696***	0,481***
Fator "Pessoal"	0,616*	1,118***	0,715***	1,661***
População	-0,000000257	-4,89E-08	-0,000000276**	-0,000000108***
PIB <i>per capita</i>	0,0165	0,00649	0,026	0,00757

Variáveis	Com variável defasada		Sem variável defasada	
	Apenas GPs com interações	Todos os GPs	Apenas GPs com interações	Todos os GPs
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	(somente 2016)	(somente 2016)	(2014/2016)	(2014/2016)
Tempo de atuação	0,0799	-0,00402	0,00431	0,00354
Interação (em t)	0,0154**	0,0400**	0,0426**	0,0524***
Interação internacional	-1,312	-0,376	-0,451	-0,88
Ciências Biológicas	-2,318	-1,442***	-0,932	-1,518***
Ciências da Saúde	0,157	-0,102	-2,038	-0,357
Ciências Exatas e da Terra	0,302	0,867**	0,906	0,618**
Engenharias	2,108*	1,620***	0,999**	2,101***
Ciências Humanas	-37,83	-0,264	-0,767	-0,566*
Ciências Sociais Aplicadas	-7,675	0,0307	-0,118	0,551*
Linguística, Letras e Artes	-38,56	-1,265**	-39,48	-1,220***
Sul	-1,065	0,075	-0,797	0,207
Nordeste	3,811**	0,478*	2,348**	0,11**
Centro-Oeste	1,915	0,273	2,620**	0,206
Norte	-4,107	0,177	-2,314	0,172
Constante	-8,106***	-5,931***	-9,154***	-4,840***
N	2358	26960	4593	54622
LR chi2	156,48	818,59	194,02	1371,54
Prob. > chi2	0,00	0,00	0,00	0,00
Pseudo-R2	0,094	0,048	0,046	0,030

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do DGP/CNPq.

Nota: (\*\*\*), (\*\*), (\*): significativa a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Os modelos são válidos, considerando a significância do teste qui-quadrado. A análise de cada coeficiente em separado mostra alguns padrões interessantes. Em consideração ao principal objetivo do trabalho, pode-se verificar que o número de interações realizado pelo grupo de

pesquisa no período atual aumenta a geração de tecnologia, resultado esperado, haja vista o já verificado na literatura (CALIARI *et al.*, 2016).

No entanto, a microfundamentação aqui sugerida - análise dos grupos, em detrimento das instituições -; e o recorte setorial das instituições parceiras - apenas empresas da Indústria de Transformação - apontam que o impacto da quantidade de interações no total de tecnologia gerada é menor que o medido anteriormente, com relevância bastante superior para *eficiência científica, escala científica e cumulatividade tecnológica*.

Tal resultado parece estar em consonância com o aumento da capacitação científica vivenciado no Brasil nos últimos anos (DE NEGRI; SQUEFF, 2016) e com a ainda deficiente relação entre ciência-tecnologia – e geração da última –, o que tem incitado uma participação mais ativa de políticas públicas no aumento da interatividade entre agentes científicos e produtivos (conforme os programas de fomento de interação U–E listados na introdução desse artigo). Cita-se como exemplo o programa estabelecido pelo CNPq em 2017, na modalidade doutorado acadêmico-industrial, que já tem como parceiros a Universidade Federal do ABC (UFABC), a Universidade Federal da Bahia (UFBA) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), com vistas a diminuir o *gap* entre os agentes, visto hoje como um dos principais entraves do sistema de inovação no Brasil (RAPINI *et al.*, 2017).

A interação de grupos de pesquisa com instituições internacionais não aponta qualquer impacto na capacidade de geração de tecnologia. Apesar de esse resultado parecer contraintuitivo, uma análise descritiva ajuda no entendimento. Considerando os dois biênios, 846 grupos de pesquisa interagem com instituições internacionais. Em 623 casos (74% do total), esses relacionamentos foram realizados com instituições de educação e, em 522 (62%), os relacionamentos visavam à “pesquisa científica sem consideração imediata dos resultados”, ou seja, de longo prazo. Estas informações apontam que tais interações estão ligadas a relacionamentos que vislumbram principalmente o desenvolvimento da ciência básica e possuem, portanto, menos impactos sobre as capacitações tecnológicas de curto prazo. Assim, tal resultado não desconsidera a relevância dos relacionamentos com instituições produtivas em nível internacional, mas simplesmente aponta que as interações são, principalmente, de caráter científico, com pouca relevância do desenvolvimento tecnológico de cunho mais aplicado.

As características socioeconômicas dos municípios onde os grupos de pesquisa estão localizados têm impacto quase nulo na capacidade de gerar tecnologia. Isso denota que políticas direcionadas à redução de desigualdade regional de C&T podem ter impacto importante sobre a capacidade tecnológica dos grupos de pesquisa em nível local. A existência de coeficientes significativos e

positivos para a Região Nordeste, em comparação à Sudeste, é um resultado importante que atesta tal informação. Com efeito, considerando todos os controles estabelecidos nos modelos, pode-se confirmar que o Nordeste brasileiro estabelece melhores resultados tecnológicos que as demais regiões, o que parece estar relacionado a uma estratégia virtuosa de regionalização do ensino superior perseguida nos últimos governos federais, desde 2003 (BRASIL, 2015; PIRES; SILVA, 2009). Ainda concernente à análise regional (e excluindo-se o Nordeste), apesar das demais regiões não possuírem indicadores melhores que o Sudeste, a não-significância indica que seus resultados são estatisticamente iguais, o que também já é interessante no que diz respeito à eficácia dessas políticas regionais para a geração local de tecnologia.

Um controle adicional do modelo foi estabelecido em relação à *maturidade* do grupo de pesquisa externada pelo seu tempo de atuação (a diferença entre o ano de sua criação e o ano final do censo). A ideia aqui é identificar a importância de curvas de aprendizado tecnológico (RITTER; SCHOOLER, 2002). Em nenhum dos modelos sugeridos o tempo de existência apresentou significância estatística, o que sugere que oportunidades podem ser alcançadas simplesmente pelo estabelecimento de competências correntes; ou seja, não há indicadores de barreiras temporais à entrada.

Ademais, pode-se verificar que as *Ciências Exatas e da Terra* e as *Engenharias* são as grandes áreas que mais geram tecnologias dentro nas universidades, resultado coerente com o postulado pelo Quadrante de Pasteur (STOKES, 2005) e também encontrado em estudo realizado na Petrobras (DE PELLEGRIN *et al.*, 2013). Caliar e Chiarini (2018) também destacam que tais áreas científicas são mais alinhadas ao Quadrante de Pasteur (em comparação entre elas com *Ciências Agrárias* e *Ciências Biológicas* e da *Saúde*), porém destacam que ainda existe um longo caminho, visto que parte significativa dos grupos de pesquisa destas áreas está mais próxima do Quadrante de Ruetsap.

## 4. Considerações finais

Do ponto de vista das universidades, os benefícios da interação com empresas levantados na literatura (MOWERY; SAMPAT, 2005) estão relacionados: i) ao acesso a recursos econômicos para pesquisa; ii) aos ganhos intelectuais, na medida em que a interação é fonte de novas ideias, de novos projetos e de troca de informações, permitindo o engajamento em novas redes de relacionamento; iii) à reputação.

No Brasil, os benefícios relacionados aos ganhos de conhecimento foram apontados como mais relevantes que os ganhos econômicos (GARCIA *et al.*, 2017), sendo um indicativo de que a cooperação com empresas fortalece e amplia a missão da universidade em termos da geração de conhecimento. Nesse contexto, um benefício relevante do relacionamento é favorecer que as universidades brasileiras deixem de ser “torres de marfim”, visto que, historicamente, estiveram dissociadas das necessidades industriais locais. Na ausência de demandas nacionais, a preocupação da comunidade científica foi legitimar-se perante a comunidade internacional (VELHO, 1996). Esta desconexão ainda se reflete na dificuldade de estabelecer um diálogo entre as partes (RAPINI *et al.*, 2017). Neste contexto, o desenvolvimento de tecnologias por parte das universidades é um indicativo de um esforço em se aproximarem das necessidades e demandas das empresas, deslocando a geração de ciência rumo ao Quadrante de Pasteur (CALIARI; CHIARINI, 2018).

Este trabalho procurou contribuir neste sentido, ao agregar novas evidências para esta discussão e analisar informações referentes aos grupos de pesquisa do CNPq nos dois últimos biênios – 2014 e 2016. Em suma, pretendeu-se avançar em relação ao desenvolvido em Caliar *et al.* (2016), ao se estabelecer uma análise pautada nos microdados do DGP e focada somente na interação com empresas da Indústria de Transformação. Os resultados encontrados são congruentes com os presentes na literatura e avançam ao demonstrar que o número de interações que o Grupo de Pesquisa realiza no período atual aumenta a geração de tecnologia, porém com impacto menor que o medido anteriormente em Caliar *et al.* (2016), sendo mais importantes demais características do Grupo de Pesquisa como *eficiência científica* (publicação por pesquisador), *escala científica* (número de pesquisadores) e *cumulatividade tecnológica* (tecnologia no período  $t-1$ ). Esses resultados sugerem, portanto, que a geração de tecnologia parece estar mais vinculada a possíveis transbordamentos das atividades de pesquisa e não ao fruto de conhecimentos gerados na cooperação com empresas. Isto, inclusive, auxilia na explicação do elevado número de patentes nas universidades públicas federais brasileiras que não conseguem ser licenciadas, visto que são geradas sem uma preocupação de aplicação.

Finalmente, resultados adicionais evidenciam que: i) as interações com instituições parceiras internacionais são de cunho principalmente científico, não impactando a geração de tecnologia; ii) as políticas de diminuição de desigualdades regionais surtiram efeito no território brasileiro, visto a relevância da geração de tecnologias na Região Nordeste e a paridade entre as demais regiões; e iii) há predominância de geração de tecnologia para grupos das *Ciências Exatas* e da *Terra e Engenharias*.

Em termos de implicações para a política de inovação, o foco na internacionalização científica, ainda que relevante para acessar o conhecimento de fronteira, não tem funcionado como “antena” ou “instrumento para focalizar a direção do progresso tecnológico” (*focusing device*) (ALBUQUERQUE, 2001). Os resultados também indicam, no entanto, a importância de dar continuidade aos esforços das políticas de C&T para reduzir as desigualdades regionais.

E por fim, os resultados também evidenciam a importância do foco nas áreas do Quadrante de Pasteur no fomento à cooperação U–E, visto que, nestas áreas, a interação poderá, simultaneamente, resultar em avanços no conhecimento científico e em uma aplicação. O superdimensionamento dos benefícios desse relacionamento, sem a devida consideração acerca da relevância das áreas do conhecimento, leva à perda de recursos e de esforços.

## Referências

ALBUQUERQUE, E. Scientific infrastructure and catching-up process: notes about a relationship illustrated by science and technology statistics. *Revista Brasileira de Economia*, v.55, p.545-566. 2001.

ALVAREZ, R.B.; KANNEBLEY, S.; CAROLO, M.D. O impacto da interação universidade-empresa na produtividade dos pesquisadores: uma análise para as ciências exatas e da terra nas universidades estaduais paulistas. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 12, p. 171-206, 2013.

AUDRETSCH, D.B.; LEHMANN, E.E. Do University policies make a difference? *Research Policy*, 34, p. 343–347, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **A democratização e expansão da educação superior no Brasil: 2003-2014.** 2015. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=16762-balanco-social-sesu-2003-2014&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16762-balanco-social-sesu-2003-2014&Itemid=30192).

BRASIL. Presidência da República. **Decreto-Lei n.º 719 de 31 de julho de 1969.** Cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e dá outras providências, Brasília, 1969. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0719.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0719.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 10.168, de 29 de dezembro de 2000.** Institui contribuição de intervenção de domínio econômico destinada a financiar o Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para o Apoio à Inovação e dá outras providência. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L10168.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10168.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 10.973, de 2 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 3 dez. 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/l10973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10973.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 11.540, de 12 de novembro de 2007**. Dispõe sobre o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT; altera o Decreto-Lei no 719, de 31 de julho de 1969, e a Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11540.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11540.htm).

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei no 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei no 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei no 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei no 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei no 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei no 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei no 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional no 85, de 26 de fevereiro de 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm).

CALIARI, T.; CHIARINI, T. Análisis de los grupos de investigación de las áreas científicas con mayor aplicabilidad productiva en el Brasil: competencias e interacciones con las empresas. **Apuntes**, 82, p. 69–96. 2018.

CALIARI, T.; RAPINI, M.S. Diferenciais da distância geográfica na interação universidade-empresa no Brasil: um foco sobre as características dos agentes e das interações. **Nova Economia**. 2017.

CALIARI, T.; SANTOS, U.P. dos; MENDES, P.S. Geração de Tecnologia em Universidades / Institutos de Pesquisa e a Importância da Interação com Empresas: Constatações através da Base de Dados dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Análise Econômica**, v. 34, n. 66, p. 285-312. 2016.

CARNEIRO, S.J.; LOURENÇO, R. Pós-graduação e pesquisa na universidade. In: VIOTTI, E.B.; MACEDO, M. (Orgs.). **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Editora da Unicamp. 2003, p. 169-227.

CARRIJO, M.C.; BOTELHO, M.R.A. Cooperação e inovação: uma análise dos resultados do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe). **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas-SP, v. 12, n.2, p. 417-448, jul./dez. 2013.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. de H.S. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil** 1.ed. Brasília: IPEA. 2016.

DE PELLEGRIN, I.; NUNES, M.P.; ANTUNES JUNIOR, J.A.V. Impacto tecnológico dos projetos desenvolvidos pela Petrobras em parceria com instituições de ensino e pesquisa da região sul do Brasil. In: TURCHI, L.M.; DE NEGRI, F.; DE NEGRI, J.A. (org). **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades centros de pesquisa e firmas brasileiras**. Brasília: IPEA: Petrobras, 2013. p. 267-320.

ETZKOWITZ, H. Anatomy of the entrepreneurial university. **Social Science Information**, v. 52, n. 3, p. 486–511. 2013.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Introduction to special issue Building the entrepreneurial university: a global perspective. **Science and Public Policy**, v. 35, n. 9, p. 627–635. 2008.

FREEMAN, C. Formal Scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation. In: LUNDVALL, B-A. **National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. Anthem Press, London, UK. 1992

GARCIA, R.; ARAÚJO, V.C.; MASCARINI, S.; SANTOS, E.G.; COSTA, A.R. The academic benefits of long-term university-industry collaborations: a comprehensive analysis. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 45., 2017, Natal. **Anais...**, 2017.

GUERRERO, M.; CUNNINGHAM, J.A.; URBANO, D. Economic impact of entrepreneurial universities' activities: An exploratory study of the United Kingdom. **Research Policy**, n. 44, p. 748–764. 2015.

JAFFE, A. B. Real effects of academic research. **American Economic Review**, v. 79, n. 5, p. 957-970, 1989.

KANNEBLEY, S.; CAROLO, M.D.; NEGRI, F. Impacto dos Fundos Setoriais sobre a produtividade acadêmica de cientistas universitários. **Estudos Econômicos**, v. 43, p. 647-685, 2013.

LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations. **Science and Public Policy**, v. 23, n. 5, p. 279-286, 1996.

LUNDVALL, B-Å. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. *et al.* (Eds.). **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter, 1988, p. 349-369.

MOURA, M.G.G. de. **Avaliação do Fundo Verde-Amarelo: origens, evolução e resultados**. 129 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) – Universidade Federal do Paraná, 2017.

MOWERY, D.; SAMPAT, B. Universities in national innovation systems. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. **The Oxford handbook of innovation**. Oxford: Oxford University Press. 2005.

PIRES, A.C.; SILVA, M.C.P. Políticas de regionalização da Capes: limites e potencialidades para a história da educação superior no Norte e Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: O estado e as políticas educacionais no tempo presente, 5. Uberlândia. 2009. **Anais ...** 2009.

RAPINI, M.S. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do diretório dos grupos de pesquisa do CNPQ. **Estudos Econômicos**, n. 37, p. 211-233. 2007.

RAPINI, M.S.; CHIARINI, T.; BITTENCOURT, P. Obstacles to innovation in Brazil. **Industry & Higher Education**, v.31, p. 168-183, 2017.

RAPINI, M. S. Cooperação universidade-empresa: realidade e desafios. In: Eduardo da Motta e Albuquerque; Mônica Viegas. (Org.). **Alternativas para uma crise de múltiplas dimensões**. 1ed. Belo Horizonte: Cedeplar, 2018, p. 375-389.

RITTER, F.E.; SCHOOLER, L.J. The learning curve. In: INTERNATIONAL ENCYCLOPEDIA OF THE SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES. Amsterdam: Pergamon. 2002. **Anais...** 2002. p. 8602–8605.

ROESSNER, D.; BOND, J.; OKUBO, S.; PLANTING, M. The economic impact of licensed commercialized inventions originating in university research. **Research Policy**, v. 42, n. 1, p. 23–34. 2013.

SABATO, J.A. **Ensayos en campera**. Buenos Aires: Juarez Editor, 1979.

SALLES FILHO, S. Quanto vale o investimento em ciência, tecnologia e inovação? **ComCiência**, n. 129, 10 jun. 2011. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=67&id=848>.

STOKES, D.E. **O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica**. Campinas: UNICAMP, 2005.

TOBIN, J. Estimation of relationships for limited dependent variables. **Econometrica**, v. 26, n. 1, p. 24–36, 1958

TORRES, P.H.; BOTELHO, M. dos R.A. Financiamento à inovação e interação entre atividades científicas e tecnológicas: uma análise do PAPPE. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP), v. 17, n. 1, p. 89-118, jan./jun. 2018

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

VELHO, L. **Relações universidade-empresa**: desvelando mitos. Campinas, SP: Autores Associados, 1996. (Coleção Educação Contemporânea).

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION - WIPO. **Technology transfer in countries in transition**: policy and recommendations. Geneva: WIPO, Division for Certain Countries in Europe and Asia, 2012.