

XVII SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA
29/08 a 03/09/2016, Diamantina, Minas Gerais

Área Temática: Economia

Economia da ciência e da tecnologia: uma análise sobre as capacitações científicas e tecnológicas da academia no Brasil.

Thiago Caliari, Dr.
Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL
thiago.caliari@unifal-mg.edu.br

Tulio Chiarini, Dr.
Instituto Nacional de Tecnologia – INT
tulio.chiarini@int.gov.br

RESUMO

O objetivo mais geral desse artigo é contribuir para avanços na chamada ‘economia da ciência e da tecnologia’, encontrando elementos que ajudam a entender a produção de conhecimento científico e tecnológico no Brasil por parte das universidades e institutos de pesquisa. Para tal fim classificamos os grupos de pesquisa cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq e que responderam à ‘BR Survey’ de acordo com os quadrantes propostos por Stokes. Para isso são sugeridas medidas relativas de eficiência científica, tecnológica e interativa com empresas para as grandes áreas do conhecimento relevantes para o desenvolvimento industrial e tecnológico. Os resultados das análises descritivas e do modelo Logit Multinomial sugerem diferenças em relação às eficiências dos grupos de pesquisa, permitindo encontrar distinção em relação às grandes áreas do conhecimento nos distintos quadrantes propostos por Stokes.

Palavras-chave: economia da ciência, sistema de inovação, interação universidade-empresa, BR Survey, Quadrantes de Stokes.

INTRODUÇÃO

A perspectiva schumpeteriana dá ênfase na construção de competências por parte das empresas para que assimetrias competitivas sejam criadas, ao tentar diferenciar seus produtos e ganhar posição no mercado. As empresas capitalistas são compelidas a crescer à frente de seus concorrentes e um aspecto chave é a construção de competências e sua habilidade em aprender.

Ao ampliar o estoque de conhecimento e de competências, as empresas ampliam suas oportunidades inovativas, o que é possível, por exemplo, mediante esforços para avançar a compreensão científica e tecnológica. Desse modo, as empresas esforçam-se com seus recursos próprios para realizar atividades de pesquisa básica, conforme foi explorado por Rosenberg (1990), mas também de pesquisa aplicada e, na ânsia de crescer, criam alianças estratégicas ampliando sua capacidade de aprendizado.

Um parceiro essencial para a empresa é a universidade a qual é uma instituição chave no sistema de inovação ao criar e disseminar novos conhecimentos e invenções, por meio de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento e engenharia (MOWERY; SAMPAT, 2005; MAZZOLENI, 2005; MAZZOLENI; NELSON, 2005). A geração e disseminação de ciência e tecnologia tem recebido especial atenção na literatura internacional¹ e também nacional², quer seja na geração de novos negócios (como *spin-offs*) ou no incremento de capacitação de empresas já estabelecidas.

Desse modo, entender como as empresas se aproximam das universidades e como ambas se relacionam é um objeto que merece atenção por parte dos formuladores de políticas públicas para que sejam estimuladas articulações e alianças entre empresas e universidades, aumentando as competências em um ambiente competitivo. No entanto, apesar de se reconhecer o papel da pesquisa científica como importante fator para o desenvolvimento das nações e estar presente em análises de economistas desde Adam Smith, como é explorado na próxima seção, a área de ‘economia da ciência’ ainda é bastante nova.

Nosso objetivo nesse trabalho é contribuir para avanços nessa área, analisando as competências na produção de ciência e tecnologia e as competências das universidades e institutos de pesquisa em interagir com empresas. Para tanto, utiliza-se dados de uma pesquisa intitulada ‘BR Survey’ e levada a cabo em 2008, que foi realizada com os grupos de pesquisa cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq.

Considerando esses grupos em recortes de grandes áreas do conhecimento, o intuito é verificar se existem diferenças consideráveis que permitam classificar distinções em relação à ciência, tecnologia e interação baseado nos quadrantes propostos em Stokes (2005[1997]).

Esse trabalho está dividido em três seções, além desta introdução e das considerações finais. Na seção 1 são apresentados argumentos teóricos sobre a economia da ciência e da tecnologia, o papel das universidades nesse processo e as diferentes propriedades das áreas científicas. Na seção 2 é apresentada a base de dados e discutidos os métodos de análise. Na seção 3 discutem-se os resultados alcançados através da análise, finalizando o artigo na seção de conclusões.

¹ Vide, por exemplo, Harmon *et al.* (1997), Friedman e Silberman (2003), Shane (2002), Wright, Birley e Mosey (2004), Markmana *et al.* (2005).

² Vide, por exemplo, Albuquerque (1996), Albuquerque (1998), Cruz (2004), Albuquerque *et al.* (2005), Rapini (2007), Renault *et al.* (2008), Póvoa e Rapini (2009), Rapini *et al.* (2009), Esteves e Meirelles (2009), Mello *et al.* (2009), Suzigan e Albuquerque (2009), Chiarini e Vieira (2011, 2012), Chiarini, Oliveira e Silva Neto (2013), Chiarini, Rapini e Vieira (2014) e Rapini, Chiarini e Bittencourt (2015).

1 ECONOMIA DA CIÊNCIA

Alguns economistas já reconheciam a importância da ciência para o crescimento e desenvolvimento econômico. Por exemplo, Adam Smith em ‘A riqueza das nações’ tratou da pertinência dos ‘assuntos de filosofia e de especulação’, sendo ‘especulação’ o termo utilizado para pesquisa (PAVITT, 1991). Smith estava ciente que as melhorias no maquinário provinham tanto dos fabricantes de máquinas como de seus usuários, mas igualmente provinham dos filósofos e dos especuladores que tudo observam (FREEMAN; SOETE, 2008 [1974]).

Também, Karl Marx, em ‘O Capital’, atentou-se com a complexa inter-relação entre ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico (ROSENBERG, 1974). Para Marx (1985 [1890]), a evolução da ciência permitiu a persistente substituição do capital variável (trabalho) pelo capital constante, aumentando a extração da mais-valia.

Schumpeter (1985 [1911]), em ‘A Teoria do Desenvolvimento Econômico’ deu centralidade ao papel da inovação em sua teoria do desenvolvimento, focando no empreendedor. Foi somente com a maturidade que Schumpeter reconheceu a internalização das atividades científicas e inventivas pelas empresas. Em seu artigo ‘*The Instability of Capitalism*’, Schumpeter (1928) mostra que a administração burocrática das inovações estava substituindo o talento individualista. Ademais, Schumpeter (1928) chama a atenção para o fato de que as grandes empresas estavam se tornando o principal veículo para a inovação técnica na economia. (FREEMAN; SOETE, 2008 [1974]). Mais tarde, Schumpeter (2008 [1942]), em ‘Capitalismo, socialismo e democracia’ vê a ciência como um dispositivo que permitiria o avanço tecnológico.

As pesquisas subsequentes no ramo da ‘economia da ciência’ foram influenciadas pelo Relatório de Vannevar Bush encomendado pelo Presidente dos Estados Unidos, Franklin Roosevelt e entregue ao Presidente Harry Truman em 1945, chamado ‘*Science: the endless frontier*’. Em tal documento, Bush (1945) propõe a organização do sistema de pesquisa norte-americano, no pós-guerra, contando com a indústria, universidade, laboratórios públicos de pesquisa e o governo – o que mais tarde seria tratado pela ‘abordagem dos Sistemas de Inovação’, cabendo a esse o papel de planejador e de financiador da pesquisa básica. O relatório contém, provavelmente, uma das primeiras definições, em documento público de pesquisa básica e também a ideia de que ela é a criadora do progresso tecnológico (CRUZ, 2014).

Interessante notar que a pesquisa básica (pura) e a pesquisa aplicada foram tratadas conceitualmente de forma separada, de acordo com seus diferentes objetivos. A primeira com objetivo de ampliar a compreensão dos fenômenos de um campo da ciência, isto é, ser realizada sem fins práticos e lucrativos, inspirada pela busca do entendimento. Era conhecida como ‘*natural philosophy*’ e seus resultados estavam centrados na descoberta de verdades metafísicas sobre a natureza do universo (NOBLE, 1979).

Do outro lado, os homens práticos (os ‘tecnologistas’) tinham pouca (ou nenhuma) preocupação por teorias abstratas e seu interesse estava centrado na utilidade e nos lucros. Portanto, a ciência aplicada era tida como inspirada por considerações de uso, ou seja, está voltada a alguma necessidade específica, para solucionar problemas práticos. De acordo com Nelson (1959), a pesquisa aplicada dificilmente resultaria em rupturas de paradigmas científicos, a não se por acaso. É da pesquisa básica que avanços significativos no estoque de conhecimento de fato proveem.

A separação categórica entre pesquisa básica e a pesquisa aplicada implicou na cisão entre ciência e tecnologia. A ciência resultando exclusivamente da pesquisa pura e a tecnologia da pesquisa aplicada. Esse divórcio levou ao entendimento de que a pesquisa

básica fosse considerada a etapa inicial do processo de desenvolvimento científico, a qual levaria à pesquisa aplicada e, em seguida, à inovação. Esse foi conhecido como ‘modelo linear’ (*science push*), o qual foi amplamente criticado: não há retroalimentação no modelo, ou seja, a pesquisa aplicada não influencia a pesquisa básica e nem a comercialização e nem os usuários influenciam a pesquisa básica/aplicada (KLINE; ROSENBERG, 1986).

A despeito das severas críticas, esse modelo serviu como mote para a formulação de inúmeras políticas públicas, inclusive sendo a justificativa para o financiamento público à pesquisa científica e o incentivo do setor produtivo a investir em P&D. A premissa era que os resultados da ciência básica seriam materializados quando convertidos em inovações tecnológicas pelos processos de transferência de tecnologia. Nessa visão, a ciência era considerada a principal fonte da inovação tecnológica.

A discriminação entre ciência e tecnologia levou a conclusões que a ciência é apenas desenvolvida nas universidades e nos laboratórios públicos de pesquisa enquanto que os cientistas que trabalham em empresas privadas estariam preocupados com o desenvolvimento de tecnologia (NELSON, 1982). Para Dasgupta e David (1994), ao invés de analisar a distinção entre pesquisa básica e aplicada a partir da natureza dos seus respectivos objetivos, o foco analítico deve estar na diferença entre as comunidades de pesquisa: organização social da ciência, de um lado; e organização social da tecnologia, de outro.

Em outras palavras, a principal diferença entre estes dois tipos de comunidades de pesquisa não é o método de pesquisa, nem a natureza do conhecimento obtido, nem mesmo a fonte de recursos financeiros que possibilita a pesquisa, mas as normas de comportamento de cada comunidade, especialmente no que se refere à publicidade dos resultados da pesquisa e do sistema de recompensas. Assim, a contribuição de Dasgupta e David (1994) está em separar os ‘cientistas acadêmicos’ dos ‘cientistas industriais’. Nessa esteira, o que diferencia um grupo do outro é a estrutura das regras socioeconômicas na qual a pesquisa é realizada e o que cada grupo faz com seus resultados de pesquisa. Portanto, o relevante não é a habilidade cognitiva de cada um ou o objetivo da pesquisa (fins de ampliar o conhecimento ou fins práticos).

Assim sendo, é irrelevante distinguir entre pesquisa básica e pesquisa aplicada levando em conta seus objetivos. Exemplos na história mostram que progressos fundamentais frequentemente ocorreram enquanto se estava trabalhando com problemas práticos ou aplicados. Há evidências concretas que demonstram que tanto a busca pelo entendimento quanto sua aplicação podem influenciar as escolhas da pesquisa. O caso emblemático é do cientista francês Louis Pasteur:

[ele, Pasteur] buscava um entendimento fundamental dos processos de doença e de outros processos microbiológicos que ia descobrindo, à medida que se movia pelos estudos sucessivos de sua notável carreira. Mas também não existem dúvidas de que ele buscava tal entendimento para alcançar os objetivos aplicados de prevenir a deterioração na produção de vinagre, cerveja, vinho e leite, e de vencer a *flacherie* no bicho-da-seda, o antraz no gado ovino e bovino, a cólera no frango, e raiva em animais e seres humanos. (...) à medida que os estudos de Pasteur se tornavam progressivamente mais fundamentais, os problemas escolhidos por ele e as linhas de investigação adotadas tornavam-se progressivamente mais aplicados. (...) Pasteur (...) nunca realizou um estudo que não fosse aplicado, ao mesmo tempo que dava forma a todo um novo ramo da ciência (STOKES, 2005[1997], p. 31) .

Outros exemplos podem ser utilizados. No campo da economia, John Maynard Keynes tinha um forte desejo de compreender a dinâmica macroeconômica em um nível fundamental e básico (contribuindo para o avanço da teoria econômica), mas também queria superar a depressão econômica de 1921 (contribuindo para soluções práticas para problemas reais). (STOKES, 2005 [1997]).

Os casos apresentados anteriormente estariam no ‘Quadrante de Pasteur’ proposto por Stokes (2005 [1997]). De acordo com o autor, tal quadrante se refere aos campos científicos que são dedicados ao mesmo tempo a solucionar problemas práticos particulares e a avançar o entendimento. Portanto, reconhece-se que é possível que avanços significativos no estoque de conhecimento científico também possuam valores práticos. Novos conhecimentos podem servir como insumo para outras pesquisas, logo, a pesquisa básica pode gerar substanciais externalidades para a pesquisa aplicada.

O Quadrante de Pasteur oferece o respaldo teórico para que o avanço do conhecimento esteja pautado na pesquisa básica inspirada pelo uso que, por colocar o conhecimento em movimento e atender às demandas sociais, pode ser a base do novo pacto entre as comunidades científica e política. Outros quadrantes foram igualmente identificados por Stokes (2005 [1997]), conforme apresentado na **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

O ‘Quadrante de Edison’ contempla a pesquisa aplicada visando ao desenvolvimento tecnológico sem a busca por avanços no entendimento. Possui certa relevância científica e a utilização da ciência ocorre com perspectivas estratégicas. Como exemplo, cita-se o sistema de iluminação elétrica desenvolvido por Thomas Edison. O ‘Quadrante de Bohr’, por sua vez, representa a utilização da pesquisa básica sem aplicação imediata. Não há o compromisso em desenvolver algum produto ou processo específicos. O objetivo é a interpretação dos fenômenos da natureza. O exemplo provém das pesquisas de Niels Borh cujas contribuições à teoria quântica o levaram a ser consagrado com o Prêmio Nobel de Física em 1922.

		Pesquisa inspirada por considerações de uso?	
		Não	Sim
Pesquisa inspirada pela busca de entendimento fundamental?	Sim	Pesquisa Básica Pura (quadrante de Bohr)	Pesquisa básica inspirada pelo uso (quadrante de Pasteur)
	Não		Pesquisa aplicada pura (quadrante de Edison)

Figura 1 - Modelo de quadrantes da pesquisa científica.

Fonte: Stokes (2005 [1997], p. 118).

O ‘Quadrante Ruetsap’ é o quadrante da anticiência (o quadrante branco na **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), ou seja, representa as necessidades da sociedade que não são supridas pelos demais quadrantes. São classificados como tal os fenômenos sociais, científicos e tecnológicos nas áreas externas à academia, além de pesquisas motivadas pela curiosidade do pesquisador, o que Stokes (2005 [1997]) define como fatos ‘particulares’, como é o caso dos observadores de aves.

3 BASE DE DADOS E METODOLOGIA

O presente trabalho utiliza o banco de dados da pesquisa ‘BR Survey’³ de 2008 para a descrição das interações universidade-empresa. A ‘BR Survey’ foi organizada a partir da coleta de dados do Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq⁴, o qual reúne informações sobre grupos de pesquisa de universidades públicas e privadas, institutos públicos de C&T. Apesar de declarados 2.151 grupos de pesquisa que interagem com empresas⁵ no Censo de 2004 do DGP/CNPq, 1.005 grupos cadastrados responderam ao ‘BR Survey’, portanto, a taxa de resposta foi de 46,72%.

A ideia para a utilização da base é verificar se as grandes áreas do conhecimento – a saber, ciências agrárias, ciências da saúde e biológicas, engenharias e ciências exatas e da terra⁶ – possuem diferentes resultados na eficiência relativa no que tange à produção de C&T e interação com empresas. Essa consideração pode ajudar a situar qual quadrante de Stokes (2005) se aproxima mais à realidade dos grupos de pesquisa do Brasil, por grande área do conhecimento, e orientar a proposição de políticas de C&T, de um lado, e políticas educacionais, de outro. A proposição seguirá a figura abaixo.

		Pesquisa inspirada por considerações de uso?	
		Não	Sim
Pesquisa inspirada pela busca de entendimento fundamental?	Sim	Pesquisa Básica Pura (quadrante de Bohr) Elevados anseios científicos Baixos anseios tecnológicos	Pesquisa básica inspirada pelo uso (quadrante de Pasteur) Elevados anseios científicos Elevados anseios tecnológicos
	Não		Pesquisa aplicada pura (quadrante de Edison) Baixos anseios científicos Elevados anseios tecnológicos

Figura 2 - Modelo de quadrantes da pesquisa científica: aplicação à base de dados ‘BR Survey’

Fonte: Elaboração própria a partir de Stokes (2005 [1997], p. 118).

³ Para entendimento da metodologia da ‘BR Survey’ ver Fernandes *et al.* (2010).

⁴ Para uma análise aprofundada sobre o DGP/CNPq ver Rapini (2007).

⁵ As interações consideradas envolvem qualquer tipo de empresa cadastrada com CNPJ, sendo empresas industriais ou não. A base de dados indica apenas a quantidade de interações realizadas, não é possível fazer a distinção entre os setores de atuação dessas empresas.

⁶ Foram excluídos da análise os grupos de pesquisa das grandes áreas Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes, pois não são contempladas como áreas estratégicas relevantes para o desenvolvimento industrial e tecnológico. Não se busca, no entanto, afirmar que elas não sejam importantes para compreensão da dinâmica regional, histórica, econômica e social; reconhecemos o papel dessas áreas; não é a intenção deste artigo defender a exclusão de linhas de pesquisa que não estejam direcionadas para os setores prioritários às políticas industriais e tecnológicas do país, mas buscamos analisar somente as áreas científicas com maior aplicabilidade produtiva.

Basicamente, espera-se que as comparações entre a eficiência relativa das grandes áreas científicas em realizar pesquisa científica, transformá-las em tecnologia e oferecer possibilidades através de interação com empresas possa sinalizar a proximidade dessas áreas com cada quadrante específico proposto por Stokes (2005) conforme destacado acima. Imagina-se que grupos de pesquisa situados mais próximos ao Quadrante de Pasteur, por exemplo, possuam perspectivas de anseios científicos e tecnológicos elevados, em termos relativos. Grupos mais próximos ao Quadrante de Bohr tenham um viés científico importante, mas sem a necessidade de capacidade tecnológica elevada. E, por último, grupos ao estilo do Quadrante de Edison evidenciem capacitações tecnológicas elevadas sem a necessidade de viés científico no mesmo nível.

Para essa averiguação serão utilizadas estatísticas descritivas e um modelo econométrico Logit Multinomial⁷. Tal escolha metodológica recai justamente sobre a possibilidade de realizar análises comparativas entre as distintas grandes áreas de conhecimento.

A lógica de análise dos estimadores do modelo Logit Multinomial é a indicação da direção ou chance das probabilidades do grupo de análise x_j em relação aos demais grupos de controle x_k , de forma que coeficientes estimados negativos expressam diminuição da probabilidade de pertencer ao grupo de análise em relação ao grupo de controle, e estimadores positivos expressam exatamente o contrário.

Empiricamente, portanto, o modelo Logit Multinomial permite aferir a probabilidade de um grupo de uma determinada grande área do conhecimento possuir valores maiores para determinada característica – alguma eficiência relativa, por exemplo – *vis-à-vis* um grupo de determinada outra grande área.

Ainda, como forma de melhor entendimento sobre os resultados, pode-se proceder com a análise da taxa relativa de risco (TRR), que é a probabilidade de escolha do grupo de análise sobre a probabilidade de escolha do grupo de controle, e pode ser obtida pela transformação exponencial dos estimadores lineares obtidos pelo método de máxima verossimilhança. Na prática, isso quer dizer que se o coeficiente de uma variável encontrado via TRR for significativo e maior que a unidade, o grupo de análise possui maior valor dessa variável em comparação ao grupo de controle. Se o coeficiente é menor que a unidade e significativo o contrário também é verdadeiro.

3.1 Variáveis Utilizadas

As variáveis que serão utilizadas para essa análise econométrica bem como as estatísticas descritivas preliminares são apresentadas a seguir.

3.1.1 Variável dependente:

Variáveis *dummy* para grupos de pesquisa das Ciências Agrárias (grupo 1), Ciências Biológicas e Ciências da Saúde (grupo 2), Engenharias (grupo 3) e Ciências Exatas e da Terra (grupo 4). As Ciências Biológicas e Ciências da Saúde foram concentradas em apenas um grupo por suas especificidades e similaridades.

3.1.2 Variáveis independentes:

⁷ Para a apresentação técnica do modelo logit multinomial, ver Greene (2002).

- a) Eficiência Científica Relativa (ECR): número de publicações cadastradas no *International Scientific Indexing* (ISI) e no *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) dividido pelo número de pesquisadores⁸ cadastrados no grupo de pesquisa;
- b) Eficiência Tecnológica Relativa (ETR): número de patentes depositadas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e no exterior⁹ dividido pelo número de pesquisadores do grupo de pesquisa;
- c) Eficiência de Interação Relativa (EIR): número de interações com empresas dividido pelo número de pesquisadores do grupo de pesquisa.

Entende-se que as variáveis relativas à eficiência propostas acima são importantes para captar as diferenças nas perspectivas dos grupos de pesquisa em relação aos seus supostos anseios científicos e tecnológicos. Grupos com supostos anseios científicos elevados tendem possivelmente a exercer maiores atividades relativas em publicações científicas; da mesma forma, grupos com suposto viés de aplicabilidade tecnológica tenderão, presumivelmente, a desenvolver maiores resultados relativos em tecnologia – *proxy* são as patentes – e engajar-se mais em interações com empresas. Essa é a estratégia utilizada para situar os grupos no recorte de grandes áreas do conhecimento dentro dos quadrantes propostos por Stokes (2005 [1997]).

Ademais, para o controle do modelo econométrico são sugeridas as demais variáveis abaixo:

- d) *Escala científica*: Primeiro fator obtido pelo método de Análise Fatorial (AF) para as seguintes variáveis: número de publicações ISI, número publicações SciELO e número de pesquisadores. O fator de escala científica visa aferir a escala quantitativa científica do grupo de pesquisa, controlando o modelo para as economias de escala que o tamanho do grupo possa proporcionar;
- e) *Regiões federativas*: Variável que busca verificar a existência de diferença nas interações dos grupos das Ciências Agrárias e interações dos Demais grupos em diferentes localidades. Como variável de comparação determinou-se a região Sudeste;
- f) *Tempo de atuação*: Tempo de cadastro do grupo de pesquisa na base CNPq, desde sua criação até o ano de 2008.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A base final analisada é composta por 903 grupos de pesquisa das cinco grandes áreas consideradas classificadas em 4 grupos de análise (considerando a exclusão de 102 grupos de pesquisa das grandes áreas retiradas da base, conforme explicado na Nota de Rodapé 6). A Tabela 1 abaixo apresenta os valores de estatísticas descritivas das variáveis

⁸ Foram considerados para essa análise pesquisadores com titulação de doutorado, mestrado, estudantes de doutorado e mestrado e pesquisadores em estágio pós-doutoral. Essa consideração será válida para o cálculo de todas as eficiências relativas e da variável escala científica.

⁹ Não temos como acessar a informação sobre o escritório internacional de patente onde o grupo de pesquisa realizou o depósito porque tal informação não foi solicitada no questionário da ‘BR Survey’, a única informação disponível é que houve depósito de patente no exterior.

relativas utilizadas no modelo econométrico posterior e também dos valores absolutos de pesquisadores, publicações, patentes depositadas e interações com empresas.

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas, variáveis selecionadas.

		Amostra Total	Ciências Agrárias	Ciências da Saúde e Biológicas	Engenharias	Ciências Exatas e da Terra
Total absoluto de grupos de pesquisa		903	201	221	323	158
% do total		100	22,26	24,47	35,77	17,50
Total absoluto de Pesquisadores		15.505	2.929	3.297	5.613	2.298
% do total		100	18,89	21,26	36,20	14,82
Total absoluto de Publicações		25.146	4.297	6.951	8.525	3.647
% do total		100	17,09	27,64	33,90	14,50
Total absoluto de Patentes Depositadas		773	221	159	272	105
% do total		100	28,59	20,57	35,19	13,58
Total absoluto de Interações com empresas		4.755	1.320	486	2.224	433
% do total		100	27,76	10,22	46,77	9,11
ECR	Média	1,88	1,64	2,39	1,71	1,80
	D-P	4,82	4,29	5,64	5,13	3,31
ETR	Média	0,0649	0,0637	0,0555	0,0750	0,0588
	D-P	0,22	0,28	0,15	0,24	0,16
EIR	Média	0,50	0,62	0,25	0,71	0,28
	D-P	2,44	1,49	0,44	3,87	0,37
Escala Científica	Média	0,02	0,33	0,08	-0,17	-0,05
	D-P	0,66	0,83	0,69	0,46	0,56
Tempo de atuação	Média	12,41	11,47	12,07	13,04	12,79
	D-P	7,99	7,83	7,50	8,58	7,51

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da 'BR Survey'.

Existe uma distribuição entre as grandes áreas do conhecimento com proporção relevante do número de grupos de pesquisa para os quatro grupos estabelecidos. A Engenharia possui a maior proporção de grupos, com 35,77% do total de 903 grupos cadastrados no DGP/CNPq. A observação dos valores absolutos das variáveis relativas à C&T mostra que a distribuição percentual relativa ao total segue padrões próximos à distribuição percentual dos grupos, mas com exceções importantes podendo ser encontradas nos seguintes casos: (i) Ciências Agrárias com um percentual de patentes depositadas e interações com empresas realizadas maior que o percentual de publicações e número de pesquisadores; (ii) Engenharias com um elevado percentual de interações com empresas realizadas e (iii) Ciências da Saúde e Biológicas e Ciências Exatas e da Terra com menores participações percentuais no número de patentes e interações.

A observação das demais variáveis de eficiência relativa, escala científica e tempo de atuação apresentam resultados interessantes em relação às diferenças entre as grandes áreas científicas. A eficiência científica relativa (ECR) dos grupos aponta valores maiores para grupos de pesquisa da grande área de Ciências da Saúde e Biológicas, o único grupo de análise que possui valores maiores que a média total. Os elevados desvios-padrão do ECR, porém, não permitem necessariamente delimitar que estatisticamente a diferença é significativa em favor da referida área. Em relação à Eficiência Tecnológica Relativa (ETR) os

valores apresentam-se muito próximos, mas ainda com certa diferenciação, dessa vez em prol dos grupos de pesquisa das Engenharias.

A eficiência em interagir com empresas talvez denote os resultados com maiores discrepâncias entre as grandes áreas científicas. Grupos das Engenharias e das Ciências Agrárias conseguem ter eficiências acima da média da amostra; o contrário também é verdadeiro, pois grupos das Ciências da Saúde e Biológicas e Ciências Exatas e da Terra possuem valores muito abaixo das médias.

Interessante ainda é observar o EIR e ETR conjuntamente: os dois índices apresentam resultados iguais em relação ao ordenamento das grandes áreas. A se considerar os dois indicadores, a ordem seria a seguinte, do maior para o menor: Engenharias, Ciências Agrárias, Ciências Exatas e da Terra e Ciências da Saúde e Biológicas.

Mesmo que de maneira preliminar, essa verificação é importante sob dois aspectos: primeiro ela demonstra a importância da interação universidade-empresa na geração de eficiência tecnológica. Em resultado congruente, Caliar *et al* (2016) utilizam a base de dados do DGP/CNPQ – censos de 2002 a 2010 – e apontam que universidades com grupos de pesquisa mais interativos tendem a ser mais inovadoras. O resultado parece ser mimetizado aqui, resguardadas as diferenças entre as grandes áreas científicas.

Em segundo lugar, pode-se começar a delinear uma verificação dos grupos de pesquisa das grandes áreas científicas no Brasil em relação ao seu posicionamento dentro dos quadrantes científicos já apresentados no texto. Essa parte, porém, deve ser mais bem discutida depois da corroboração dos resultados via modelo econométrico.

Ademais, a escala científica dos grupos também apresenta importantes diferenças. Nesse caso, o favorecimento é para grupos das Ciências Agrárias, que possuem valores médios bastante superiores de escala em relação aos grupos das demais grandes áreas. Por último, não se verificam diferenças muito elevadas em relação ao tempo médio de atuação dos grupos, com pequena diferença para as Engenharias.

Para diferentes verificações descritivas, a Tabela 2 apresenta a distribuição de grupos de pesquisa por região federativa e grandes áreas científicas. Como já esperado e destacado em demais trabalhos da área, os resultados gerais apontam concentração científica dos grupos de pesquisa na região Sudeste, com 51,94% do total dos grupos respondentes da ‘BR Survey’. Considerando as regiões Sudeste e Sul, a concentração é de 76,75% do total da amostra. Esses valores não possuem grandes diferenças nas análises para cada grande área científica verificada.

Tabela 2 - Distribuição dos grupos de pesquisa, por região geográfica, por grandes áreas do conhecimento.

	Amostra Total	Ciências Agrárias	Ciências da Saúde e Biológicas	Engenharias	Ciências Exatas e da Terra	
Número de grupos de pesquisa	903	201	221	323	158	
Sudeste	Total absoluto	469	97	123	178	71
	% da grande área	51.94	48.26	55.66	55.11	44.94
Sul	Total absoluto	224	56	45	75	48
	% da grande área	24.81	27.86	20.36	23.22	30.38
Nordeste	Total absoluto	139	19	36	55	29
	% da grande área	15.39	9.45	16.29	17.03	18.35
Centro-Oeste	Total absoluto	47	15	13	9	10
	% da grande área	5.20	7.46	5.88	2.79	6.33
Norte	Total absoluto	24	14	4	6	
	% da grande área	2.66	6.97	1.81	1.86	0.00

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da BR Survey.

Passa-se agora à análise do modelo econométrico. No modelo Logit Multinomial os coeficientes são uma comparação da probabilidade de estar em um grupo de análise em relação a um grupo de controle. No modelo, o grupo de controle é a grande área de Ciências da Saúde e Biológicas. Essa escolha foi feita, pois tal grande área do conhecimento possui a melhor ECR. A análise da Tabela 3 segue então essa forma de verificação. Cada coluna de grande área científica da referida tabela representa, portanto, a comparação da grande área destacada em relação à Ciências da Saúde e Biológicas. O valor da estatística *qui-quadrado* comprova a significância do modelo proposto.

Tabela 3 - Modelo Econométrico Multinomial Logit.

Variável dependente: Comparativo Ciências da Saúde e Biológicas em relação a demais grandes áreas						
Interação comparativa (<i>dummies</i>): Região Federativa Sudeste						
Número de observações: 903						
	Ciências Agrárias		Engenharias		Ciências Exatas e da Terra	
	Coefic.	TRR	Coefic.	TRR	Coefic.	TRR
Eficiência Científica Relativa	-0,046*	0,955*	-0,032**	0,968**	-0,019***	0,980***
Eficiência Tecnológica Relativa	0,355**	1,426**	0,364*	1,439*	0,259	1,296
Eficiência Interativa Relativa	0,932*	2,539*	0,953*	2,594*	0,301	1,352
Escala Científica	0,448*	1,566*	-1,042*	0,353*	-0,409**	0,663**
Regiões						
Nordeste	-0,282	0,755	0,022	1,023	0,312	1,366
Norte	1,712*	5,545*	0,062	1,063	-12,562	0,001
Centro-Oeste	0,256	1,292	-0,837***	0,433***	0,249	1,282
Sul	0,510**	1,666**	0,143	1,153	0,624	1,865
Tempo de atuação do grupo	-0,008	0,997	0,024**	1,025**	0,019	1,019
Constante	-0,558**	0,573**	-0,265	0,766	-0,822*	0,439*
LR (qui-quadrado)	167.28					
Prob > qui-quadrado	0.0000					
Pseudo-R2	0.0691					

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da 'BR Survey'.

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

As variáveis para o controle do modelo apresentaram significâncias estatísticas distintas. No caso da escala científica, fica claro que a hierarquia é Ciências Agrárias, Ciências da Saúde e Biológicas, Ciências Exatas e da Terra e Engenharias. Esse resultado já estava bastante destacado na análise estatística descritiva. As *dummies* para regiões federativas mostraram significância em alguns casos, assim como o tempo de atuação do grupo (grupos de pesquisa das Engenharias possuem maior tempo de atuação em relação às demais grandes áreas).

Para as variáveis de interesse, o primeiro resultado é concernente à ECR dos grupos de pesquisa das grandes áreas do conhecimento. O modelo indica significância estatística para todas as grandes áreas. Isso significa dizer que um incremento no ECR reduz a probabilidade relativa de um grupo de pesquisa pertencer a essas grandes áreas *vis-à-vis* a grande área de Ciências da Saúde e Biológicas.

Resultado contrário é válido para a ETR e EIR. Nesse caso, é estatisticamente significante a diferença a favor das Ciências Agrárias e Engenharias. Os grupos de pesquisa que trabalham nessas áreas possuem eficiência tecnológica relativa superior aos grupos das Ciências da Saúde e Biológicas. E, como não há diferença estatística do grupo de controle em

relação às Ciências Exatas e da Terra, pode-se concluir que a eficiência tecnológica e de interação relativa é superior a grupos de pesquisa dessa grande área também.

Em suma, as significâncias estatísticas do modelo econométrico permitem demonstrar que existem diferenças significativas nas capacitações dos grupos de pesquisa em relação à sua eficiência relativa ao se considerar diferentes grandes áreas. Enquanto pode-se verificar que grupos de pesquisa das grandes áreas de ciências da saúde e biológicas possuem melhores resultados sobre eficiência científica, grupos de pesquisa das engenharias e ciências agrárias possuem maior eficiência relativa na interação com empresas e na geração de tecnologia.

Mesmo que a análise comparativa simples dessas eficiências relativas não seja um resultado final do posicionamento dos grupos de pesquisa classificados por grandes áreas em um determinado quadrante específico de pesquisa científica, ela pode servir como um indicativo da aproximação dessas grandes áreas aos quadrantes propostos na literatura. Consideremos para essa análise, por exemplo, a proposta estabelecida na Figura 2.

Ainda, para que a análise possa ser feita em duas dimensões, utilizemos a média simples da ETR e EIR para indicar a eficiência relativa total em tecnologia das grandes áreas. Plotando o resultado dessa média simples e do ECR num gráfico básico de duas dimensões, temos os seguintes resultados conforme expresso na Figura 3.

Os desenhos dos quadrantes foram apresentados para que possa se verificar a aproximação dos resultados para as grandes áreas do conhecimento. A ideia é que, por exemplo, grandes áreas do conhecimento com grupos de pesquisa que possuam alta eficiência científica relativa (ECR) e alta eficiência tecnológica relativa (média de ETR e EIR) se aproximem do topo superior direito da figura, um resultado mais condizente com o Quadrante de Pasteur. Da mesma forma, se uma área científica tem grupos de pesquisa com elevada ECR e baixa ETR/EIR, sua aproximação será ao canto superior esquerdo, no Quadrante de Bohr.

Assim, existe a tendência de grupos das ciências da saúde e biológicas se posicionarem mais próximos a resultados do Quadrante de Bohr, com valores superiores em relação à ciência e inferiores na aplicabilidade tecnológica. Já os grupos de pesquisa das Ciências Agrárias e Engenharias estabelecem resultados mais próximos aos quadrantes de Edison e Pasteur, talvez com maior relevância para o segundo. Isso porque possuem valores elevados de aplicabilidade tecnológica e valores de eficiência científica que não podem ser considerados insatisfatórios (ou seja, a produção de ciência não pode ser descartada).

Os grupos de pesquisa das Ciências Exatas e da Terra apresentam os resultados menos satisfatórios. Considerando a figura e o resultado do modelo econométrico, apesar de também se aproximarem do Quadrante de Bohr não apresentam eficiência científica maior que a eficiência das grandes áreas de ciências agrárias e Engenharias e ainda possuem aplicabilidade tecnológica inferior. Se comparado com os grupos das ciências biológicas e da saúde ainda pode-se verificar que apesar de possuírem características próximas na eficiência em tecnologia são inferiores na eficiência científica.

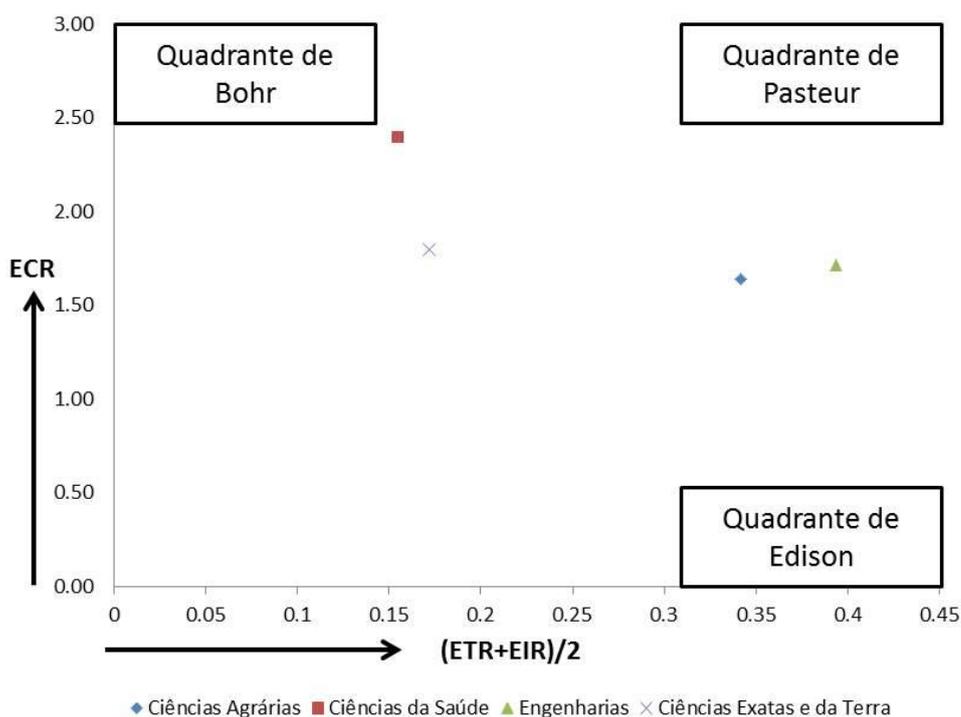


Figura 3 - Modelo de quadrantes da pesquisa científica e resultados das eficiências relativas das grandes áreas.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da 'BR Survey'.

CONCLUSÕES

O cientista alheio às perturbações do mundo foi sendo substituído pela realidade da comunidade científica, dos trabalhadores intelectuais organizados em universidades e empresas, integrados na chamada *big science*. A ciência deixou de ser vista como um processo regido por meras leis da criatividade – como entidade autônoma e independente da sociedade – para ser considerada produto dessa sociedade. Portanto, os avanços na pesquisa científica passaram a ser direcionados cada vez mais por objetivos sociais e econômicos.

Nessa esteira, a geração de novos conhecimentos nas universidades (principal *locus* de produção de novos conhecimentos científicos) tem sido, cada vez mais, alvo do interesse tanto de empresas quanto do próprio Estado. As universidades, portanto, deixam de ser, nas palavras de Mowery e Sampat (2005), 'torres de marfim' voltadas para a busca do conhecimento *per se* e passam a ser encaradas como ativos estratégicos. A principal contribuição desse artigo está, desse modo, em avançar as pesquisas na área de economia da ciência e da tecnologia, ajudando no entendimento da dinâmica da produção de ciência e como essa pode influenciar os avanços tecnológicos.

Desse modo, considerando a importância da ciência, o presente trabalho busca fornecer considerações sobre as especializações da comunidade acadêmica brasileira. Não sendo a preocupação em apresentar um panorama da produção de novos conhecimentos científicos pelas universidades brasileiras, o que fora feito recentemente por Chiarini, Rapini e Vieira (2014), por exemplo.

Nossa preocupação está no que tange a sua capacitação relativa na geração de ciência, tecnologia e na interação com empresas. Utilizando para isso os dados da ‘BR Survey’ foram sugeridas variáveis de eficiência relativa para os grupos de pesquisa por grande área do conhecimento, considerando aquelas que possuem relação direta com empresas.

Para tal trabalho foram analisadas, além das eficiências relativas, o número total de pesquisadores, publicações, patentes depositadas e interações com empresas dos grupos de pesquisa por grandes áreas do conhecimento, a saber ciências agrárias, ciências da saúde e biológicas, engenharias e ciências exatas e da terra. Ademais, foi apresentado um modelo econométrico Logit Multinomial controlado para escala científica, localização regional e tempo de atuação do grupo.

Os resultados obtidos e discutidos no decorrer do artigo permitem concluir que há distinção nos valores absolutos das variáveis relativas a C&T para as grandes áreas:

- i. Ciências Agrárias possuem um percentual de patentes depositadas e interações com empresas realizadas maior que o percentual de publicações e número de pesquisadores;
- ii. Engenharias possuem um elevado percentual de interações com empresas; e
- iii. Ciências da Saúde e Biológicas e Ciências Exatas e da Terra possuem menores participações percentuais no número de patentes e interações.

Ainda, considerando o modelo econométrico, conclui-se que existem diferenças significativas na eficiência científica relativa (ECR), eficiência tecnológica relativa (ETR) e eficiência interativa relativa (EIR) dos grupos de pesquisa classificados por grande área científica. Em suma, as significâncias estatísticas do modelo Logit Multinomial permitem concluir que grupos de pesquisa das grandes áreas do conhecimento das Ciências da Saúde e Ciências Biológicas possuem melhores resultados no que tange à eficiência científica relativa, enquanto grupos de pesquisa das Engenharias e Ciências Agrárias possuem maior eficiência relativa na interação com empresas e na geração de tecnologia, externada no número de patentes depositadas por pesquisador.

Considerando a proposição de Stokes, verifica-se a tendência de grupos das Ciências da Saúde e Ciências Biológicas se posicionarem mais próximos a resultados do Quadrante de Bohr, e grupos de pesquisa das Ciências Agrárias e Engenharias estabelecerem resultados mais próximos aos quadrantes de Edison e Pasteur, talvez com maior relevância para o segundo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, E. M. Produção científica e sistema nacional de inovação. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 156-180, 1998.
- ALBUQUERQUE, E. M. *et al.* *Interactions between firms and universities in an immature system of innovations: a survey of industrial R&D-performers firms in Minas Gerais*. Brasil: UFMG/Cedeplar, 2005. (Texto para discussão, 280).
- BUSH, V. *Science: the Endless Frontier*. Washington: United States Government Printing Office, p.32p. 1945.
- CALIARI, T.; SANTOS, U. P.; 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 (UFRGS)*, 2016 (no prelo).
- CHIARINI, T.; VIEIRA, K. P. Alinhamento das atividades de pesquisa científica e tecnológica realizadas pelas IES federais de Minas Gerais e as diretrizes da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior? PITCE. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 10, p. 301-342, 2011.
- CHIARINI, T.; VIEIRA, K. P.. Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento econômico: sistema superior de ensino e as políticas de CT&I. *Revista Brasileira de Economia (Impresso)*, v. 66, p. 117-132, 2012.
- CHIARINI, T.; OLIVEIRA, V. P.; SILVA NETO, F. C. C.. Spatial distribution of scientific activities: An exploratory analysis of Brazil, 2000-10. *Science and Public Policy*, v. 41, p. 625-640, 2013.
- CHIARINI, T.; RAPINI, M. S.; VIEIRA, K. P.. Produção de novos conhecimentos nas universidades federais e as políticas públicas brasileiras recentes de CT&I. *Revista Economia & Tecnologia*, v. 10, p. 71-98, 2014.
- CRUZ, C. H. B. A Universidade, a empresa e a pesquisa. In: SEMINÁRIO BRASIL EM DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ), 2004, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~britto/artigos/univ-empr-pesq-rev102003b.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2010.
- CRUZ, C. H. D. B. “Ciência: a Fronteira sem Fim”, uma apresentação. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 13, n. 2, p. 241-247, 2014.
- DASGUPTA, P.; DAVID, P. A. Toward a new economics of science. *Research Policy*, v. 23, p. 487-521, 1994.
- ESTEVES, L. A.; MEIRELLES, J. G. P. Innovation and cooperation between firms and universities: evidence from Brazil. In: THIRD CONFERENCE ON MICRO EVIDENCE ON INNOVATION AND DEVELOPMENT - MEIDE, 2009, Rio de Janeiro. *Anais...*, Third Conference on Micro Evidence on Innovation and Development - MEIDE, 2009.
- FERNANDES, A.C; CAMPELLO DE SOUZA, B.; STAMFORD DA SILVA, A.; SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E.. Academy–industry links in Brazil: evidence about channels and benefits for firms and researchers, *Science and Public Policy*, 37(7), August 2010.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. *A economia da inovação industrial*. Campinas (SP): Editora da UNICAMP, 2008 [1974]. 813p.
- FRIEDMAN, J., SILBERMAN, J. University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter? *The Journal of Technology Transfer*. January 2003, Volume 28, Issue 1, pp 17-30.
- GREENE, W. H. *Econometric Analysis*. Prentice Hall: New Jersey, 5th edition, 2002.
- HARMON, B., ARDISHVILI, J., CARDOZO, R., ELDER, T., LEUTHOLD, J., PARSHALL, J., RAGHIAN, M., SMITH, D. Mapping the university technology transfer process. *Journal of Business Venturing*. Volume 12, Issue 6, November 1997, Pages 423–434.

- KLIN, S. J.; ROSENBERG, N. An Overview of Innovation. In: LANDAU, R. e ROSENBERG, N. (Orgs.). *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington: National Academy Press, 1986. p.275-306.
- MARKMAN, G. D., GIANIODISA, P. T., PHANB, P. H., BALKINC, D. B. Innovation speed: Transferring university technology to market. *Research Policy*. Volume 34, Issue 7, September 2005, Pages 1058–1075.
- MARX, K. *O capital: crítica da economia política. Livro 1: O processo de produção do capital*. 10a Edição. São Paulo: DIFEL Difusão Editorial SA, 1985 [1890]. 579p.
- MAZZOLENI, R. *Historical patterns in the coevolution of higher education*. Public research and national industrial capabilities. Vienna: UNIDO, 2005.
- MAZZOLENI, R.; NELSON, R. *The roles of research at universities and public labs in economic catch up*. Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies. Pisa, 2005.
- 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.
- MELLO, J. M. C.; MACULAN, A. M.; RENAULT, T. Brazilian Universities and their Contribution to Innovation and Development. In: GORANSSON, B.; BRUNDENIUS, C. (Org.). *Developing Universities: the changing role of academic institutions in development*. Londres: Routledge/IDRC, 2009. p. 1-25.
- 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.
- NELSON, R. R. The Role of Knowledge in R&D Efficiency. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 97, n. 3, p. 453-470, 1982.
- NOBLE, D. F. *America by Design: Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism*. New York: Oxford University Press, 1979. 416p.
- PAVITT, K. What makes basic research economically useful? *Research Policy*, v. 20, p. 109-119, 1991.
- PÓVOA, L. C.; RAPINI, M. S.. Technology transfer from universities and public research institutes to firms in Brazil: What is transferred and how the transfer is made. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 37, 2009, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, 2009.
- RAPINI, M. S. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. *Estudos Econômicos*. Instituto de Pesquisas Econômicas, v. 37, p. 211-233, 2007.
- RAPINI, M. S. *et al.* A contribuição das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 37, 2009, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, 2009.
- RAPINI, M. S.; CHIARINI, T.; BITTENCOURT, P. F.. University-firm interactions in Brazil: Beyond human resources and training missions. *Industry & Higher Education*, v. 29, p. 111-127, 2015.
- RENAULT, T.; MELLO, J. M. C.; CARVALHO, R. Universities, organizational structure of the research activity and the spin-off formation: lessons from the Brazilian case.

- In: XXV IASP WORLD CONFERENCE, 25, 2008, Joanesburgo. *Anais...* Joanesburgo, 2008.
- ROSENBERG, N. Karl Marx on the Economic Role of Science. *Journal of Political Economy*, v. 82, n. 4, p. 713-728, 1974.
- ROSENBERG, N.. Why do firms do basic (with their own money)? *Research Policy*, v. 19, n. 2, p. 165-174, 1990.
- SCHUMPETER, J. A. The instability of Capitalism. *The Economic Journal*, v. 38, n. 151, p. 361-383, 1928.
- _____. *A Teoria do Desenvolvimento Econômico. Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1985 [1911]. 168p.
- _____. *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper Perennial Modern Thought, 2008 [1942]. 431p.
- SHANE, S. Selling University Technology: Patterns from MIT. *Management Science*, 48, n. 1, 122-137, 2002.
- STOKES, D. E. *O quadrante de Pasteur. A ciência básica e a inovação tecnológica*. Campinas (SP): Editora da UNICAMP, 2005 [1997].
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. The underestimated role of universities for development: notes on historical roots of Brazilian system of innovation. In: WORLD ECONOMIC HISTORY CONGRESS, 15., 2009, Utrecht. *Anais...* Utrecht: International Economic History Association, 2009.
- WRIGHT, M., BIRLEY, S., MOSEY, S. Entrepreneurship and University Technology Transfer. *The Journal of Technology Transfer*. August 2004, Volume 29, Issue 3-4, pp 235-246.