**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**

**Philipe Scherrer Mendes**

Doutorando em Economia (CEDEPLAR/UFMG)

**Thiago Caliari**

Professor Assistente (UNIFAL-MG)

Doutorando em Economia (CEDEPLAR/UFMG)

**Ulisses Pereira dos Santos**

Doutorando em Economia (CEDEPLAR/UFMG)

Professor Substituto (FACE/UFMG)

**Resumo**

O presente trabalho apresenta uma análise da relação entre a geração de tecnologia em universidades/institutos de pesquisa e a interação destas com empresas, através da base de dados do diretório de grupos de pesquisa do CNPQ. Utilizando um modelo de dados em painel com informações dos cinco censos disponibilizados na base, pode-se destacar, entre outros resultados, (i) a relação positiva e altamente significante entre a geração de tecnologia e a interação entre os agentes e (ii) as diferentes magnitudes e direção de influência para diferentes tipos de relacionamento, além da correlação negativa entre a geração de tecnologia e o aprendizado no nível de graduação e a diferente significância dos variados tipos de publicação dos resultados de pesquisas científicas.

**Palavras-chave:** interação universidade/institutos de pesquisa e empresas, sistemas de inovação, modelo de dados em painel, CNPq.

**JEL:** O3, C33.

**Área 9 – Economia Industrial e da Tecnologia**

**Abstract**

The present work aims to study the relationship among technology created in universities and research institutes and their interactions with firms through available data from CNPq’s Research Groups Directory. Using a panel data model with information from the five censuses available in base, we can highlight, among another results, (i) a highly significant and positive relationship between technology generation and interaction between agents and (ii) the different magnitudes and direction of influence for different types of relationships, besides the negative correlation between technology generation and learning at the most basic level (undergraduate) and the different significance of the various types of results publishing of scientific research.

**Key-words:** university/research institute and firms interaction, innovation systems, panel data models, CNPq.

**Introdução**

Suzigan e Albuquerque (2011) afirmam que se forem analisados todos os casos de sucesso no desenvolvimento de produtos estritamente nacionais realizados no Brasil que possuem vantagem comparativa internacional, pode-se encontrar um relacionamento entre as empresas que fabricam esses produtos e um instituto de pesquisa/universidade.

Mais do que essa afirmação a nível nacional, o estudo continuado de diferentes pesquisadores da área de Economia da Tecnologia tem apresentado a relevância do relacionamento entre esses agentes no desenvolvimento de novos produtos, novos processos, novas formas organizacionais, entre outros, em quaisquer níveis regionais delineados. Parece lógico, ainda ao se analisar o crescimento desse tipo de interação ao longo dos anos, que a busca de diferencial competitivo de um país, via inovação, passa com frequência sobre como esses agentes tem se relacionado, na associação entre ciência e tecnologia.

No entanto, as interações entre universidades e empresas no Brasil são ainda limitadas ao se levar em conta o conjunto da economia brasileira. Os casos bem sucedidos de interação observados no país são exceção, dado o grau de imaturidade do sistema nacional de inovação. Como apontado pelos *surveys* e pesquisas sobre inovação sistematicamente realizados no país, universidades e institutos de pesquisa ocupam posição apenas intermediária entre as principais fontes de informação para a indústria nacional. Tal contexto gera uma desconexão entre os sistemas científico e tecnológico, além da subutilização das capacitações científicas no país, dado a qualidade e a produtividade das instituições de ensino e pesquisa nacionais.

Visto isso, este artigo pretende verificar a relevância dessas interações para o caso brasileiro, através da análise da base de dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O intuito é entender (i) se a existência de interação entre universidades/institutos de pesquisa e empresas industriais provê melhores resultados sobre a geração de tecnologia dentro das universidades/institutos de pesquisa e (ii) quais os tipos de relacionamento que contribuem para esses resultados.

Além dessa introdução, o trabalho apresenta outras seis seções. Na próxima seção, são discutidos aspectos teóricos da interação entre universidades/institutos de pesquisa e empresas; na seção 2, é apresentado um breve resumo desse tipo de relacionamento no Brasil; na seção 3, é apresentada a Base de Dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPQ, na seção 4, discute-se sobre a técnica econométrica utilizada e os dois modelos sugeridos para análise; na seção 5 são apresentados e discutidos seus resultados, e o trabalho é concluído na seção 6. Por fim, seguem ainda a bibliografia e anexo.

**1. Interação Universidade/Institutos de Pesquisa e Empresas e a Geração de Tecnologia**

Não é recente a constatação de que o principal motor do desenvolvimento econômico é a inovação. As iniciativas teóricas com vistas à explicação do crescimento das nações sempre acabam rebatendo na dinâmica do progresso técnico, seja qual for a nomenclatura dada para tal (e são muitas, talvez por cada corpo teórico conflitante querer estabelecer seu próprio dicionário econômico). Entender, portanto, os determinantes do progresso técnico, suas nuances, as formas como as empresas – ou demais tipos de instituições – podem promulgá-la tem sido objeto de estudo de boa parte dos economistas – e demais cientistas sociais – para o entendimento de como determinada sociedade pode estar delineando o seu processo de desenvolvimento econômico.

Nesse anseio, tem crescido a relevância de análises que entendem o sistema institucional a variados níveis, como um sistema inter-relacional de apoio à promulgação de inovação, os chamados Sistemas de Inovação (SI). Os SI’s podem ser entendidos como o conjunto de instituições, agentes e mecanismos de um país que contribuem para a criação, desenvolvimento e difusão das inovações tecnológicas, sendo seu conceito proposto inicialmente – e de maneira quase simultânea – pelos pesquisadores Bengt-Ake-Lundvall e Chris Freeman (ALBUQUERQUE, 2004).

O conceito de SI tem sido aplicado para diversos níveis de agregação, com importantes destaques para a análise a nível nacional (FREEMAN, 1988; FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 1992; NELSON e ROSENBERG, 1993), a nível setorial (MALERBA, 2004) e até mesmo a nível regional (COOKE, 1998; LESTER, 2005; HUGHES, 2006; SANTOS, 2009).

O foco institucional é demasiado importante, mas de difícil definição. Conforme destaca Edquist (2005), a “estrutura produtiva” e o “arranjo institucional” são destacadas por Lundvall como as dimensões cruciais do sistema de inovação, enquanto outros pesquisadores – notadamente Nelson e Rosenberg – muitas vezes enfatizam as instituições e relações organizacionais que geram e difundem o conhecimento. Não há, portanto, uma definição exata dos limites institucionais de um SI.

Lundvall *et al* (2009) apontam a relevância de toda a estrutura econômica específica do objeto de estudo para o delineamento das instituições relevantes; o ambiente de regulação nacional, as condições e estruturas do mercado, o sistema institucional e financeiro, dentre outros, tende a modificar padrões, interações e instituições relevantes para o entendimento do SI. Afirmações assim apontam para a constatação de que teorizar fronteiras pode muitas vezes originar delimitações erradas. O mais sensato é a constatação empírica dos casos em estudo.

Essa dimensão de possibilidades de análise tem corroborado, contudo, para a afirmação da relevância de um tipo específico de interação entre agentes, notadamente as relações entre agentes industriais e universidades/institutos de pesquisa. Apesar de ser o *lócus* comum da criação de inovação através de novos produtos, novos processos, melhoramentos, entre outros, a empresa industrial quase nunca realiza esse processo de maneira isolada; é comum a apresentação de experiências de inovações geradas com a ajuda de fornecedores, consumidores e, com ainda maior frequência, da relação com instituições que desenvolvem ciência.

Esse tipo de relacionamento não é novo. Nelson (1988) mostra que desde a segunda metade do século XIX as universidades possuem importância na geração de conhecimento para o crescimento econômico: na indústria química e de equipamento elétrico as universidades forneciam pessoal técnico, e a pesquisa acadêmica era fonte de ideias para inovações em produto e processo. Nelson e Nelson (2002) apontam que o surgimento da indústria química sintética da Alemanha teve participação importante das interações entre universidades e firmas.

O fluxo ciência-tecnologia[[1]](#footnote-1) tem sido bastante explorado na literatura especializada. Talvez seja uma afirmação clara porque o processo inovativo, mais que qualquer outra atividade econômica, tem uma forte dependência do conhecimento científico. Como destaca Santos (2009), os fluxos de informações entre empresas industriais e universidades/institutos de pesquisa possibilitam a associação entre o conhecimento técnico-científico e o conhecimento produtivo, muitas vezes tácito, marcado por habilidades que se estabelecem por meio da rotina de produção dentro dos muros da própria fábrica, fazendo com que a inovação se efetive.

O conhecimento científico, por sua vez, é papel preponderante de universidades e institutos de pesquisa, seja na formação de recursos humanos especializados (ROSEMBERG e NELSON, 1994), seja na realização de pesquisas científicas – básicas ou aplicadas (NELSON, 1990; ROSEMBERG, 1992), ou até mesmo no nascimento de novas firmas *spin-offs*, especializadas em determinado campo científico (MALERBA, 2004).

Certo é que uma gama de trabalhos tem buscado explorar e entender essa relação. Mowery e Sampat (2005) apresentam em seu estudo a relevância das pesquisas acadêmicas para os avanços tecnológicos. Klevorick *et al.* (1995) e Cohen *et al.* (2002) utilizam pesquisas empíricas sobre a associação entre empresas e universidades através da Yale Survey e Carnegie Mellon Survey, respectivamente, apresentando resultados fundamentais para o entendimento e constatação da relevância desse relacionamento. Narin *et al*. (1997) analisam a citação de patentes americanas e, através disso, fornecem evidências empíricas da importância crescente da ciência pública universitária para as inovações tecnológicas das empresas industriais.

Outros estudos analisam o fenômeno com focos diferenciados. Há as análises específicas de determinados setores industriais (NELSON, 1988; MANSFIELD, 1991), análises que buscam captar os impactos da proximidade regional sobre as interações (JAFFE *et al*., 1989; MANSFIELD e LEE, 1996; PAVITT, 1998; SANTOS, 2009), e ainda aqueles que analisam os efeitos diferenciados dessa interação em países em desenvolvimento (ALBUQUERQUE, 1999; SUTZ, 2000; RAPINI, 2007; RAPINI, CHIARINI e BITTENCOURT, 2012; SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011). Estes últimos, aliás, apresentam a relevância da desconexão presente nas interações como um forte determinante da pequena competitividade apresentada pelas empresas industriais desses países.

Esses estudos tem certo intuito causal de um *link* específico entre ciência gerada nas universidades/institutos de pesquisa e tecnologia gerada dentro das firmas. Segundo Rapini *et al* (2012)[[2]](#footnote-2), o conhecimento científico é produzido nas universidades e institutos de pesquisa, sendo absorvido e acumulado como conhecimento tecnológico pelas firmas. Acontece, porém, que essa relação não é sempre uma relação unilateral, unívoca, com a interpretação básica de “geração de ciência na universidade e geração de tecnologia nas empresas”.

Variados estudos tem apresentado a importância da geração e da transferência de tecnologia oriunda de universidades/institutos de pesquisa (vide, por exemplo, FRIEDMAN e SILBERMAN, 2003; SHANE, 2002; WRIGHT, BIRLEY e MOSEY, 2004; HARMON *et al*., 1997; MARKMANA *et al*., 2005). A tecnologia gerada nas universidades/institutos de pesquisa tem sido frequentemente observada como um importante gerador de novos negócios – *spin-offs* –, gerador do crescimento de empresas e até mesmo na criação de empregos. No âmbito de economias em desenvolvimento, tais instituições de ensino e pesquisa figurariam ainda como geradores de oportunidades de desenvolvimento e crescimento para a promoção e sustentação de processos de *catch up* (ALBUQUERQUE, 1999).

Frequentemente esse fenômeno guarda um estreito *link* na relação das universidades/institutos de pesquisa com empresas industriais específicas. Harmon *et al*. (1997) apontam que a maior parte da tecnologia gerada na Universidade de Minessota entre 1983 e 1993 teve como destino o uso em grandes companhias, sendo objeto de melhoramento em produtos existentes ou a extensão de novas linhas de produtos. Shane (2002) mostra que as tecnologias geradas no *Massachussets Institute of Technology* (MIT), quando tornadas em patentes efetivas, geralmente são licenciadas para empresas não-inventoras.

Lach e Schankerman (2008) apontam a relevância da capacidade infraestrutural da instituição em seu potencial inovativo: universidades americanas que possuem melhores condições de pesquisa tendem a fornecer melhores resultados tecnológicos.

Uma edição do conceituado *Journal* *Management Science* – volume 1, número 48, ano 2002 – intitulada “*University Entrepreneurship and Technology Transfer*” foi inteiramente dedicada a estudos que analisaram a transferência de tecnologia das universidades e institutos de pesquisa para empresas. Dentre os estudos apresentados nessa edição, Colyvas *et al* (2002) encontram um grande aumento no patenteamento e licenciamento de tecnologia feito por universidades após o *Bayh-Dole Act* de 1980 nos Estados Unidos[[3]](#footnote-3); Mowery e Shane (2002), analisando também resultados após o *Bayh-Dole Act*, encontram que nos últimos 20 anos o número de universidades engajadas em licenciamento de tecnologia octuplicou, e o volume de patentes das universidades quadruplicou no mesmo período; Thursby e Thursby (2002) analisam a produtividade das universidades no licenciamento de novas tecnologias, e encontram que esta é positivamente correlacionada com a mudança comportamental dos pesquisadores da instituição – a disposição em permitir o licenciamento – e um aumento de relacionamento com demais instituições que realizam P&D.

Friedman e Silberman (2003) apontam a relevância regional do relacionamento entre universidades/institutos de pesquisa e empresas de alta tecnologia, como forma de manter vínculos estreitos e duradouros no desenvolvimento e transferência de novas tecnologias, resultado já também observado por Dorfman (1983) quando da análise da Route 128, em Boston, e do Vale do Silício, na Califórnia. Ainda, Harmon *et al*. (1997) encontram que 84% dos casos de transferência de tecnologia eram para empresas que possuíam relacionamento a priori com a universidade. Lockett, Wright e Franklin (2003) encontram, baseados em um questionário para um grupo de 57 universidades inglesas, que as universidades com melhores resultados no que tange à criação e transferência de tecnologia são aquelas que possuem uma rede de relacionamento e experiência com demais instituições do SI, notadamente empresas industriais.

Ou seja, além de resultados que corroboram a relevância da geração de tecnologia nas universidades/institutos de pesquisa e posterior transferência para as empresas industriais, os vínculos obtidos por uma relação duradoura e estável entre esses agentes parecem ser fator determinante para uma relação profícua, no que tange à criação de inovações.

**2. Breve Histórico da interação universidade-empresa no Brasil**

O Brasil apresenta limitações na interação entre universidades e empresas. Porém, a despeito disso apresenta um histórico de interatividade bem sucedida em setores e regiões isoladas. Embora o caso com maior repercussão seja o da Embraer com o Centro de Tecnologia Aeronáutica (CTA), é possível verificar os primeiros indícios de interação universidade empresa ainda no final do século XIX e no início do século XX.

A Escola de Minas de Ouro Preto, fundada em 1875 pode ser considerada a primeira instituição de ensino no país a se abrir às demandas do setor privado. Fundada na antiga capital do estado de Minas Gerais pelo metarlugista francês Henri Gorceix, a instituição tinha dentre suas propostas inovadoras para a época o objetivo de associar a formação teórica de seus alunos às práticas produtivas nos campos da mineração e da metalurgia. Nesse sentido, seus alunos e professores tiveram participação direta no desenvolvimento da atividade siderúrgica no estado de Minas Gerais. Os principais canais de interação entre a Escola e o setor produtivo foram as análises mineralógicas e a execução de projetos industriais (CARVALHO, 2002). Dentre os resultados mais virtuosos dessa relação, é possível destacar a colaboração da Escola na elaboração do projeto do alto-forno da Companhia Siderúrgica Mineira, que começou a operar em 1920, e era, então, o maior alto-forno já construído no País (SANTOS, 2009). Mais tarde, essa companhia foi incorporada pela Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, que foi a principal siderúrgica a atuar no país até o surgimento da CSN, na década de 1940. A Belgo-Mineira também contou com o apoio dos técnicos da Escola de Minas, principalmente no processo de adaptação ao uso do carvão vegetal.

Também no campo da mínero-metalurgia é possível observar outro importante episódio de interação universidade-empresa no Brasil. Trata-se do relacionamento firmado entre Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica de Materiais da UFMG e as empresas do setor. A partir de 1975, a instituição deu origem a cursos de pós-graduação *stricto sensu* em cooperação com empresas. Por meio de tais cursos técnicos alocados no setor produtivo tinham incentivos por parte das empresas a ingressarem nos cursos de mestrado e, posteriormente, doutorado, com vistas a contribuírem no avanço tecnológico delas através de suas descobertas na execução das pesquisas de final de curso (SANTOS, 2009). A contratação de pesquisas e intercâmbio de profissionais também foram vias pelas quais ocorreu interação entre a universidade o setor produtivo.

No que tange à tecnologia agrícola há um importante histórico de interações entre o setor produtivo e um instituto público de pesquisas, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, a Embrapa. A empresa foi criada em 1973 e logo estruturou uma rede de centros de pesquisa instalados ao longo do território nacional. Nestes centros foram desenvolvidos estudos nos campos das ciências do solo, melhoramento genético, recursos florestais, fisiologia, zoologia e nutrição animal, entre outros. O ápice da interação da Embrapa com os produtores agropecuários brasileiros foi desenvolvimento de uma tecnologia que adaptou o cultivo de grãos às condições climáticas do cerrado brasileiro, abrindo assim mais uma fronteira agrícola no país (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011). O sistema de inovação setorial da agropecuária no Brasil conta ainda com instituições como a Universidade Federal de Viçosa (UFV – MG) e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ – SP), dentre outras, que contribuem para o desenvolvimento dessa atividade e mantém uma história de atenção às demandas do setor produtivo.

Outros centros de pesquisa consolidados e interativos no país, mas atuando no campo da saúde, são o Instituto Butantan e o Instituto Oswaldo Cruz. Ambos contribuem historicamente para o desenvolvimento de vacinas e medicamentos para o controle de doenças tropicais. Sua intensa atividade científica e suas contribuições tecnológicas têm sido fundamentais para a posição de destaque alcançada pelo Brasil no campo das ciências da saúde (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011).

No campo da aeronáutica verifica-se, talvez, o mais emblemático caso de interação universidade empresa no Brasil. Este é ligado à relação entre o sistema ITA-CTA e a Embraer. Em 1945 foram criados o Instituto de Tecnologia Aeronáutica e o Centro de Tecnologia Aeronáutica, sendo o primeiro destinado à formação de engenheiros aeronáuticos e o segundo voltado para a atividade de pesquisa. Eram, portanto, duas instituições com funções bem definidas, porém, interligadas. O sistema formado por essa instituições promoveu a chegada de pesquisadores estrangeiros ao Brasil e o aprendizado de tecnologias no setor, preparando o ambiente para a criação e consolidação da Empresa Brasileira de Aeronáutica, em 1969, um ano após o primeiro voo do protótipo do avião Bandeirante, desenvolvido pelo CTA (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011). Além de abrir caminho para a criação da Embraer, ao formar profissionais e promover o aprendizado no campo da ciência e tecnologia aeronáutica, estas instituições de ensino e pesquisa auxiliaram o desenvolvimento e fortificação da empresa que hoje figura entre as maiores produtoras de aeronaves do mundo.

Contudo, tais casos de interação bem sucedida são a exceção num sistema de inovação marcado pela baixa conexão entre as esferas científica e tecnológica. Ou seja, há ainda muita fragilidade no relacionamento entre universidades e empresas no Brasil, sendo os casos de sucesso marcados por uma trajetória histórica ou por fatores contextuais específicos. Nesse sentido, a literatura a respeito do tema, no Brasil, contempla uma série de limitadores das relações universidade empresa, com destaque para a ausência de interlocutores adequados nas empresas, o seu baixo conteúdo inovador, a falta de instrumentos adequados para a comercialização de tecnologia e a pouca flexibilidade das instituições de C&T, o que decorre muitas vezes do seu caráter público (RAPINI, 2007). Tudo isso faz com que as universidades figurem sem destaque entre as principais fontes de informação para a indústria brasileira, que privilegiam para isso cooperações comerciais, como as que envolvem clientes, fornecedores ou outros entes da cadeia produtiva. Assim, prevalece no Brasil uma situação na qual, mesmo havendo razoável estrutura interna de ensino e pesquisa, atestada por uma representativa produção científica, esta não é devidamente aproveitada pela atividade industrial como insumo para a inovação, o que é uma característica de sistemas de inovação pouco desenvolvidos (ALBUQUERQUE, 1999).

Haveria, portanto, bastante espaço para um melhor uso das interações universidade empresa no Brasil com vistas à promoção de um maior desenvolvimento da indústria nacional. Partindo desse ponto de vista, são avaliadas na sequência as interações existentes no país e alguns de seus resultados, com base em dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq.

**3. A Base de Dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPQ**

Esse trabalho se valerá de dados relativos aos grupos de pesquisa cadastrados no CNPq contidos na base de dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do referido conselho científico e tecnológico. A base constitui o inventário dos grupos de pesquisa em atividade no país, abrangendo informações sobre recursos humanos, linhas de pesquisa, especialidades do conhecimento, setores de atividade, produção científica e tecnológica dos pesquisadores, além dos padrões de interação com o setor produtivo. Esses grupos estão localizados em universidades, instituições isoladas de ensino superior, institutos de pesquisa científica, institutos tecnológicos, laboratórios de pesquisa e desenvolvimento de empresas estatais ou ex-estatais, e algumas organizações não-governamentais com atuação em pesquisa.

Segundo o CNPq, o conceito utilizado para a definição de um grupo de pesquisa é

*“...um conjunto de indivíduos organizados hierarquicamente: (i) Cujo fundamento organizador são a experiência, o destaque e a liderança no terreno científico ou tecnológico; (ii) em que há envolvimento profissional e permanente com atividades de pesquisa; (iii) No qual o trabalho se organiza em torno de linhas comuns de pesquisa; e (iv) Que, em algum grau, compartilha instalações e equipamentos.”(CNPq, 2013a).*

Os grupos de pesquisa são, portanto, organizados em hierarquia, com a presença de um líder pesquisador – ou dois, em alguns casos – e outros pesquisadores e estudantes que atuam em uma linha de pesquisa definida, coerente com a área de atuação do líder e que possua um vínculo de atividades à pesquisa com relativa permanência. A constituição de um grupo de pesquisa remete dessa forma à exigência de atuação contínua, o que evidencia a relevância da utilização desses dados como indicadores de conhecimento científico adquirido e utilizado nas universidades/institutos de pesquisa.

O Diretório foi iniciado no CNPq em 1992 e, desde então, apresenta informações com frequência bienal da capacidade instalada de pesquisa no país, medida pelos grupos ativos em cada período. A partir de 2000, o site do Diretório começa a apresentar informações censitárias e, excepcionalmente a partir de 2002, o Diretório passou a conter informações dos padrões de interação desses grupos de pesquisa com o setor produtivo. Por esse motivo, os dados utilizados nesse trabalho são referentes aos censos de 2002 a 2010. Utilizou-se para o trabalho realizar consultas *on-line* no módulo ‘Plano Tabular’.

Como a objeto de pesquisa do trabalho é o estudo das instituições que possuem grupos de pesquisa – ou seja, as universidades/institutos de pesquisa –, apresenta-se um levantamento descritivo inicial abaixo com o quantitativo de instituições, grupos de pesquisa, grupos de pesquisa que realizam interação e o total de relacionamentos, disponíveis na base para cada biênio censitário analisado.

**Tabela 1: Estatísticas descritivas básicas**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2002** | **2004** | **2006** | **2008** | **2010** |
| Instituições | 268 | 335 | 403 | 422 | 452 |
| Grupos de pesquisa | 15159 | 19470 | 21024 | 22797 | 25659 |
| Grupos de pesquisa com relacionamento | 1279 | 2151 | 2507 | 2726 | 3506 |
| Total de relacionamentos | 12699 | 14535 | 21129 | 19900 | 16450 |

Fonte: Elaboração própria a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq.

Verifica-se um aumento significativo na década pesquisada no número de instituições que possuem grupos de pesquisa (crescimento de 69%), da quantidade de grupos de pesquisa (69%), de grupos que realizam interação (174%) e da quantidade de interações realizadas (29%). Há que se destacar a discrepância entre o aumento de grupos que interagem e a quantidade de interações; mas esse resultado deve ser analisado à luz do cenário econômico evidenciado em 2009, e não na diminuição dos esforços de interação entre instituições.

Isso é claro vendo que o número de grupos de pesquisa que realizam interação cresceu entre 2008 e 2010, a despeito da queda do total de relacionamentos. O mais correto para o entendimento é que grupos de pesquisa que realizavam vários tipos de relacionamento com empresas até a crise econômica diminuíram essa quantidade de relacionamentos após 2009, visto a contenção orçamentária do governo federal na distribuição de recursos e até das próprias empresas, para fazer frente ao novo cenário com maiores restrições monetárias de investimento.

Assim, o trabalho valerá da informação de 1880 instituições de pesquisa durante os 5 biênios de análise para a proposição do modelo de dados em painel, que será discutido na próxima seção.

**4. A Técnica de Dados em Painel e os Modelos Sugeridos**

Para o propósito da pesquisa será utilizada a técnica econométrica de dados em painel. Um modelo de regressão com dados em painel, com *n* observações em *T* períodos de tempo e *K* variáveis, pode ser expresso da seguinte forma:

Em que é a variável dependente, é um vetor *Kx1* contendo as variáveis explicativas, é um vetor *Kx1* de parâmetros a serem estimados e são os erros aleatórios . Os sub-índices *i* e *t* denotam a unidade de observação e o período de tempo de cada variável, respectivamente, de forma que o número total de observações seja *n x T*.

Grande parte dos modelos de dados em painel utiliza o componente de erro com a seguinte especificação:

Em que denota o efeito não observado, específico do indivíduo da análise, e denota o distúrbio remanescente. Note que aponta para qualquer especificidade do indivíduo que não é incluída na regressão e que é invariante no tempo.

Entre as vantagens do uso da técnica de dados em painel estão (i) a captação da heterogeneidade entre as instituições, (ii) o aumento da eﬁciência das estimativas pelo aumento do número de observações e (iii) a captação da dinâmica do comportamento das instituições. Contudo, deve-se atentar para os problemas de autocorrelação e correlação cruzada – entre as unidades individuais no mesmo momento de tempo –, além da heterocedasticidade (BALTAGI, 2005).

Dois modelos básicos derivam da utilização de dados em painel: o modelo de efeitos fixos (modelo FE) e o modelo de efeitos aleatórios (modelo RE). No modelo de efeitos fixos, o erro não observado é assumido fixo para cada indivíduo, sendo definidos como parâmetros a serem estimados, e o erro remanescente é considerado IID . O vetor de variáveis é considerado independente de para qualquer *i* e *t*. Modelos de efeitos fixos são utilizados na suposição de que os efeitos individuais podem ser correlacionados com algum regressor de como, por exemplo, quando se tem em mente a utilização de uma específica série de indivíduos.

A estimação do erro não observado como um parâmetro nos modelos FE provoca grande perda de graus de liberdade, o que pode ser um problema para a significância dos parâmetros (BALTAGI, 2005). Surge então a proposição dos modelos de efeitos aleatórios (modelo RE) como uma forma de dirimir essa questão. Nesse tipo de modelo, o erro não observado é assumido ser aleatório e IID , assim como o erro , sendo ainda e . Os modelos de efeitos aleatórios são apropriados quando se pretende modelar indivíduos de uma população extensa de forma aleatória.

Como pode ser observado nas explicações acima, o modelo de efeitos fixos permite a existência de correlação entre os efeitos individuais não observados com as variáveis explicativas. Entretanto, como destacam Loureiro e Costa (2009), se não se possui nenhuma suposição desse tipo, pode ser mais apropriado modelar esses efeitos como aleatoriamente distribuídos entre as unidades observacionais, utilizando o modelo de efeitos aleatórios.

A escolha entre qual dos dois tipos de modelo utilizar não é trivial. O debate sobre essa decisão é demasiado controverso, mas apresenta um grupo de testes e especificações que podem ser utilizados para ajudar nessa escolha. Para esse trabalho, testaremos os dois modelos pelo teste de Hausman (1978), verificando ainda a possibilidade da especificação de Hausman e Taylor (1981) como alternativa de análise[[4]](#footnote-4).

Como o intuito do trabalho é verificar se a geração de tecnologia nas universidades/institutos de pesquisa é influenciada pelas interações entre essas instituições e empresas, faz-se a proposição da estimação de dois modelos econométricos:

1. Modelo de verificação pura das interações: nesse primeiro modelo será analisada a influência pura do número de grupos que interagem com empresas, controlado pelas devidas variáveis de controle;
2. Modelo de verificação dos tipos de relacionamento: nesse modelo analisar-se-ão como os diferentes tipos de relacionamento entre esses grupos e as empresas influenciam a geração de tecnologia.

Em ambos os modelos sugeridos, será utilizada a seguinte especificação econométrica:

Em que *GP* é um grupo de variáveis explicativas relacionadas aos grupos de pesquisa das instituições, *IUE* são informações relativas à interação universidade/institutos de pesquisa e empresas e *d.ano* são variáveis *dummy* para cada censo apresentado. Essas variáveis explicativas, bem como a variável dependente, são apresentadas de maneira pormenorizada abaixo:

1. Variável dependente *Tec*: corresponde à soma da produção tecnológica considerada especializada realizada nos grupos de pesquisa das instituições. Essa produção tecnológica considerada diz respeito às seguintes variáveis da base de dados:
   * 1. Software com registro de patente;
     2. Software sem registro de patente;
     3. Produto tecnológico com registro de patente;
     4. Produto tecnológico sem registro de patente;
     5. Processo tecnológico com registro em catálogo;
     6. Processo tecnológico sem registro em catálogo.

O grupo intitulado *GP* contém as seguintes variáveis:

1. *Grupos de pesquisa*: número de grupos de pesquisa em atuação na instituição;
2. *Artigos nacionais*: número de artigos publicados em periódicos nacionais pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
3. *Artigos internacionais*: número de artigos publicados em periódicos internacionais pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
4. *Artigos em anais*: número de artigos publicados em anais de congressos, simpósios, conferências, ou outros, pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
5. *Livros*: número de livros publicados pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
6. *Capítulos de livros*: número de capítulos de livros publicados pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
7. *Tese*: número de orientações de teses de doutorado desenvolvida pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
8. *Dissertação*: número de orientações de dissertações de mestrado desenvolvida pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
9. *Monografia/TCC*: número de orientações de monografias ou trabalhos de conclusão de curso de graduação desenvolvida pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
10. *IC*: número de orientações de iniciação científica desenvolvida pelos pesquisadores ligados aos grupos de pesquisa;
11. *Pesquisadores grupo*: número de pesquisadores cadastrados nos grupos de pesquisa;
12. *Estudantes grupo*: número de estudantes cadastrados nos grupos de pesquisa.

Já o grupo intitulado *IUE* contém especificações de variáveis distintas para os dois tipos de modelo que se pretende apresentar, como se apresenta abaixo:

**Modelo 1: Avaliação Pura das Interações**

1. *Grupos interação*: número de grupos de pesquisa na instituição que possuem interação com empresas;
2. *Empresas*: número de empresas que possuem interação com grupos de pesquisa da instituição.

**Modelo 2: Avaliação dos Tipos de Relacionamento**

1. *Relacionamento 1...14*: esse grupo contém a soma por tipo de relacionamento estabelecido entre os grupos de pesquisa da instituição e as empresas.

A especificação conceitual desses relacionamentos é apresentada logo abaixo.

**Tabela 2: Tipos de relacionamento entre grupos de pesquisa e empresas**

|  |  |
| --- | --- |
| Relacionamento 1 | Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados |
| Relacionamento 2 | Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados |
| Relacionamento 3 | Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento de protótipo cabeça de série ou planta-piloto para o parceiro |
| Relacionamento 4 | Atividades de engenharia não-rotineira inclusive o desenvolvimento/fabricação de equipamentos para o grupo |
| Relacionamento 5 | Desenvolvimento de software não-rotineiro para o grupo pelo parceiro |
| Relacionamento 6 | Desenvolvimento de software para o parceiro pelo grupo |
| Relacionamento 7 | Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro |
| Relacionamento 8 | Transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo |
| Relacionamento 9 | Atividades de consultoria técnica não contempladas nos demais tipos |
| Relacionamento 10 | Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo |
| Relacionamento 11 | Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo |
| Relacionamento 12 | Treinamento de pessoal do parceiro pelo grupo incluindo cursos e treinamento "em serviço" |
| Relacionamento 13 | Treinamento de pessoal do grupo pelo parceiro incluindo cursos e treinamento "em serviço" |
| Relacionamento 14 | Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores |

Fonte: Elaboração própria a partir do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq.

Conforme dito anteriormente, essas variáveis foram analisadas para a observação de 1880 informações de instituições ao longo de 5 censos de análise. Ainda, como evidenciado na tabela 1, o painel de dados utilizado pode ser classificado como um painel não balanceado, por não possuir o mesmo número de indivíduos em todos os períodos analisados. Segundo Wooldridge (2006), esse não pode ser considerado um problema; desde que a razão para a falta de dados de alguma observação *i* não esteja correlacionada com os erros idiossincráticos , este painel não balanceado não causará problemas ao pesquisador.

**5. Resultados e discussão**

Antes da apresentação dos resultados dos modelos, cabe destacar que a implementação do teste de Hausman define que a estimação dos parâmetros em um modelo de efeitos aleatórios é a melhor opção para o caso do artigo[[5]](#footnote-5). Assim, apresentam-se abaixo os resultados e consequentes discussões para os dois modelos propostos, a iniciar pela apresentação do modelo 1.

**Modelo 1: Avaliação Pura das Interações**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variável dependente: Tec | |  |  |  |
| Período: censos 2002, 2004, 2006, 2008 e 2010 | | |  |  |
| Número de observações: 1839 | |  |  |  |
| **Variáveis** | **Coeficiente** | **D-P** | **t-Statistic** | **Prob.** |
| Grupos de pesquisa | 0,083 | 0,031 | 2,630 | 0,009 |
| Artigo nacional | 0,002 | 0,003 | 0,580 | 0,565 |
| Artigo internacional | 0,009 | 0,003 | 3,140 | 0,002 |
| Artigo anais | 0,010 | 0,002 | 4,530 | 0,000 |
| Livro | 0,023 | 0,021 | 1,080 | 0,281 |
| Capítulo de livro | 0,006 | 0,007 | 0,930 | 0,351 |
| Tese | 0,024 | 0,006 | 3,830 | 0,000 |
| Dissertação | 0,043 | 0,009 | 4,620 | 0,000 |
| Mono/TCC | -0,009 | 0,002 | -3,930 | 0,000 |
| IC | 0,011 | 0,007 | 1,570 | 0,117 |
| Pesquisador grupo | 0,025 | 0,009 | 2,670 | 0,008 |
| Estudante grupo | -0,081 | 0,009 | -9,000 | 0,000 |
| Interação grupo | 7,915 | 0,390 | 20,270 | 0,000 |
| Empresas interação | 0,874 | 0,160 | 5,470 | 0,000 |
| d2004 | 6,110 | 3,893 | 1,570 | 0,117 |
| d2006 | 13,176 | 3,877 | 3,400 | 0,001 |
| d2008 | 2,124 | 3,933 | 0,540 | 0,589 |
| d2010 | 3,221 | 3,857 | 0,840 | 0,404 |
| \_cons | -10,569 | 3,292 | -3,210 | 0,001 |
| R2 | 0,9467 | Wald | 17802,7700 | |
| R2 ajustado | 0,9289 | Prob. | 0.0000 |  |

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados alcançados pelo primeiro modelo são interessantes não apenas por confirmarem empiricamente para o Brasil uma gama de proposições teóricas acerca da relação ciência-tecnologia , mas também por conterem evidências que, à primeira vista, poderiam ser considerados contra intuitivos.

Inicialmente, pode-se notar que as instituições que possuem grupos que realizam interação com empresas conseguem desenvolver mais tecnologia que instituições sem esse relacionamento. A variável *grupointer*, que mede justamente esse relacionamento, apresenta um coeficiente com valor bastante significativo, além de ser a variável com maior significância estatística dentro do modelo sugerido.

A variável relativa ao quantum de empresas que possuem relação com grupos de pesquisa pertencentes à instituição – *empresas* – também apresentou relevância positiva; ou seja, além de possuir interação, mostra-se importante no sentido institucional suscitar relacionamentos diversos, procurando estabelecer rede de relacionamento com o maior número de empresas possível.

Outras informações relevantes podem ser extraídas da análise dos resultados do modelo. A primeira destas pode ser considerada a correlação positiva entre ciência e tecnologia institucional: a um maior número de publicações está associada à criação de tecnologia. As publicações de artigos em periódicos internacionais e em anais de congresso possuem correlação positiva e significante com a tecnologia gerada por esses grupos sendo, porém, o resultado para a publicação em periódicos nacionais, livros e capítulos de livros considerados não significantes. Essa é uma constatação interessante e talvez possa ser explicada pela dinâmica e pelo impacto das publicações.

A dinâmica das publicações é o processo normalmente utilizado para a publicação de artigos. Inicialmente o pesquisador procura apresentar seu trabalho em congressos, almejando um meio de debate e discussão sobre o tema desenvolvido, com o intuito de receber aprovação ou novos *insights*. Após esse primeiro momento e a possibilidade de absorção de novas ideias, o pesquisador galga a nova etapa de publicação, agora em revistas científicas, apresentando os resultados finais alcançados através daquele processo de trabalho.

Essa segunda etapa, o processo final de publicação, define o nível regional de circulação e o impacto que o trabalho desenvolvido pode suscitar no campo científico em questão. É usual supor que pesquisadores que realizam trabalhos com relevante conteúdo aplicado a novas tecnologias procurem apresentar seus resultados em revistas científicas que permitam circulação em um nível regional maior, notadamente a nível internacional, com o intuito de impactar de forma mais contundente a comunidade científica, além de quaisquer outros desenvolvimentos que estiverem sendo realizados.

Os resultados apontam para essa explicação. Publicações de impacto internacional explicam a criação de tecnologias dentro dos grupos, enquanto publicações de impacto nacional não possuem significância para essa mesma variável dependente. Para o entendimento da não significância de publicação em livros ou capítulos de livros, a explicação pode recair sobre a utilização dessa forma de apresentação de trabalhos e as grandes áreas científicas que mais a utilizam. Existe um viés de publicação de livros e capítulos de livros para as grandes áreas de Humanas, Ciências Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes; essas três áreas juntas correspondem, em média, a 59% da publicação de livros e 47% da publicação de capítulos de livros, considerando os cinco biênios de censo. Em contrapartida, as mesmas grandes áreas científicas são responsáveis pela geração de apenas 19% da tecnologia desenvolvida nas instituições.

Outro aspecto interessante é a correlação encontrada entre as orientações concluídas pelos pesquisadores pertencentes aos grupos de pesquisa investigados e a criação de tecnologia. Orientações realizadas no âmbito dos maiores graus de instrução, ou seja, ao nível de doutorado e mestrado, guardam relação positiva e significante com o incremento tecnológico dos grupos. O mesmo não é válido, porém, para as orientações de trabalhos de nível superior, as monografias e/ou trabalhos de conclusão de curso (TCC), que guarda uma correlação negativa com a variável dependente. O argumento sobre esse ponto recai sobre a complexidade da pesquisa realizada: instituições/universidades que são focadas em treinamento em nível de graduação trabalham com pesquisas em menor nível de complexidade e, portanto, menor probabilidade de descoberta de novas tecnologias. Usualmente, o resultado quer dizer que a inovação é alcançada quando do trabalho desenvolvido durante a pesquisa a níveis mais elevados do conhecimento, notadamente na realização de teses e dissertações. Outra explicação, nesse sentido, diria respeito ao fato de estudantes de mestrado ou doutorado já terem, em boa parte das vezes, experiências de imersão no setor produtivo. Desta forma, tais estudantes teriam em vista, também, problemas relativos ao setor industrial no âmbito de suas pesquisas.

Resultado similar pode ser visto, ainda, na relação entre a quantidade de pesquisadores e de estudantes no grupo de pesquisa. Um incremento na quantidade de pesquisadores aumenta o número de descobertas tecnológicas, mas um aumento na quantidade de estudantes diminui essa mesma variável dependente.

No mais, as *dummies* estabelecidas para controlar diferenças na evolução bienal da tecnologia desenvolvida nos grupos de pesquisa só apresentou significância estatística positiva para o ano de 2006.

**Modelo 2: verificação dos tipos de relacionamento**

No mais, pode-se pensar ainda em como os diferentes tipos de relacionamentos estabelecidos entre os grupos de pesquisa e as empresas podem contribuir para o incremento da tecnologia desenvolvida dentro do grupo. Para procurar responder a essa indagação, apresenta-se o modelo 2; o mesmo considera todas as variáveis de controle já expostas, mais a inclusão dos quatorze (14) relacionamentos descritos na base de dados do diretório dos grupos de pesquisa do CNPQ e apresentados anteriormente. Os resultados são expressos na tabela na página abaixo.

Os parâmetros para as variáveis de controle não apresentam modificações estruturais, mas os resultados encontrados para os parâmetros dos diferentes tipos de relacionamento são dignos de nota. Como ponto inicial, pode-se encontrar que os relacionamentos 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 13 e 14 apresentam relevância estatística positiva para o incremento tecnológico das instituições, de forma que instituições com grupos de pesquisa com esse tipo de relacionamento tem demonstrado desenvolver tecnologia em maior monta se comparado a instituições com grupos de pesquisa que não realizam interação.

Mais interessante, contudo, nos parece a análise dos outros tipos de relacionamento, aqueles que não apontam relevância estatística para o incremento tecnológico ou aqueles que têm sentido contrário à intuição. Em relação ao primeiro caso, estamos falando dos relacionamentos do tipo 1 e 7, pois tais não apresentam significância estatística, não sendo, portanto, relevantes para determinar o incremento inovativo dos grupos de pesquisa. Ou seja, grupos de pesquisa que realizam esse tipo de interação tendem a ter produtividade tecnológica da mesma monta de grupos de pesquisa que não realizam interação.

Há de se destacar os resultados para esses relacionamentos: o relacionamento 1 – pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados – e relacionamento 7 – transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro. Cabe lembrar que testes foram realizados com distintas especificações de variáveis de controle para o modelo, mas esse resultado em específico – como também os resultados encontrados para os demais relacionamentos – se manteve igual durante todos os testes.

**Modelo 2: Avaliação dos Tipos de Relacionamentos**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variável dependente: Tec | |  |  |  |
| Período: censos 2002, 2004, 2006, 2008 e 2010 | | |  |  |
| Número de observações: 1839 | |  |  |  |
| **Variáveis** | **Coeficiente** | **D-P** | **t-Statistic** | **Prob.** |
| relacionamento 1 | 0,444 | 0,495 | 0,900 | 0,370 |
| relacionamento 2 | 2,065 | 0,287 | 7,210 | 0,000 |
| relacionamento 3 | 1,857 | 0,937 | 1,980 | 0,048 |
| relacionamento 4 | 5,701 | 1,482 | 3,850 | 0,000 |
| relacionamento 5 | 5,473 | 1,986 | 2,760 | 0,006 |
| relacionamento 6 | -3,443 | 1,116 | -3,090 | 0,002 |
| relacionamento 7 | -0,014 | 0,252 | -0,060 | 0,956 |
| relacionamento 8 | 3,342 | 1,381 | 2,420 | 0,016 |
| relacionamento 9 | -2,442 | 0,511 | -4,780 | 0,000 |
| relacionamento 10 | 7,415 | 0,647 | 11,470 | 0,000 |
| relacionamento 11 | -1,874 | 0,916 | -2,050 | 0,041 |
| relacionamento 12 | 4,077 | 0,739 | 5,520 | 0,000 |
| relacionamento 13 | 8,314 | 1,549 | 5,370 | 0,000 |
| relacionamento 14 | 4,331 | 0,608 | 7,120 | 0,000 |
| Grupos de pesquisa | 0,315 | 0,034 | 9,380 | 0,000 |
| Artigo nacional | -0,019 | 0,004 | -5,370 | 0,000 |
| Artigo internacional | 0,010 | 0,003 | 3,320 | 0,001 |
| Artigo anais | 0,017 | 0,002 | 7,050 | 0,000 |
| Livro | 0,035 | 0,025 | 1,430 | 0,152 |
| Capítulo de livro | 0,025 | 0,078 | 0,310 | 0,200 |
| Tese | 0,022 | 0,019 | 1,190 | 0,236 |
| Dissertação | 0,004 | 0,011 | 0,390 | 0,693 |
| Mono/TCC | -0,006 | 0,003 | -2,260 | 0,024 |
| IC | 0,039 | 0,008 | 4,950 | 0,000 |
| Pesquisador grupo | 0,035 | 0,010 | 3,330 | 0,001 |
| Estudante grupo | -0,095 | 0,010 | -9,480 | 0,000 |
| d2004 | 10,053 | 4,454 | 2,260 | 0,024 |
| d2006 | 14,304 | 4,418 | 3,240 | 0,001 |
| d2008 | 5,611 | 4,466 | 1,260 | 0,209 |
| d2010 | 7,037 | 4,364 | 1,610 | 0,107 |
| \_cons | -11,841 | 3,656 | -3,240 | 0,001 |
| R2 | 0,9464 | Wald | 17630,65 | |
| R2 ajustado | 0,9231 | Prob. | 0.0000 |  |

Fonte: Elaboração própria.

Para o relacionamento 1, pode-se entender que a pesquisa científica sem consideração imediata não envolve focalização direta para resultados, não constitui o cerne da pesquisa para a inovação *per se*, imediata, e por isso não corresponde exatamente a melhores resultados inovativos. Pode ainda, na maioria das vezes, estar ligada ao desenvolvimento de pesquisas básicas. Já o relacionamento 7 apresenta um resultado contra intuitivo, pois envolve a realização específicas de transferências de tecnologia do grupo para o parceiro. Maiores estudos devem ser feitos para o entendimento desse resultado.

Os relacionamentos 6, 9 e 11 também são interessantes para análise, pois é apontado que os mesmos diminuem a potencialidade tecnológica das instituições. Os relacionamentos 6, 9 e 11 dizem respeito, respectivamente, ao desenvolvimento de software para o parceiro pelo grupo, atividades de consultoria técnica e fornecimento de materiais e insumos pelo parceiro para o grupo.

A explicação para esses resultados parece ser de fácil entendimento e intuitiva. No primeiro caso – relacionamento 6 – o desenvolvimento específico de um software desenvolvido pela empresa para a instituição não vai personificar o desenvolvimento de uma nova tecnologia pelo grupo de pesquisa. Antes de tudo, foi realizada uma interação para que a instituição receba um novo produto desenvolvido por essa empresa, de forma que, de maneira clara, não se trata de um caso onde haja uma tecnologia desenvolvida internamente na instituição. Já no relacionamento 9, a atividade de consultoria técnica não representa em si um relacionamento entre ciência e tecnologia; antes disso, apresenta uma relação de prestação de serviços especializados, pouco tendo a acrescentar, portanto, na geração de tecnologia dentro das instituições[[6]](#footnote-6). Já o relacionamento 11 segue o mesmo raciocínio, visto que um relacionamento através do fornecimento de insumos do parceiro para o grupo personifica mais uma relação comercial que uma interação para o desenvolvimento de tecnologia.

**6. Conclusões**

Em suma, o trabalho aqui realizado mostra que a interação entre universidades/institutos de pesquisa e empresas tem contribuído para a geração de novas tecnologias para as primeiras. Não obstante, no modelo 1, apresentado inicialmente, a variável que indica o relacionamento entre esses agentes se apresenta como a mais relevante para a geração de tecnologia. Esse resultado importante corrobora a relevância desse tipo específico de interação dentro do conceito dos sistemas de inovação. Outros resultados de cunho científico e tecnológico ainda são importantes de destacar, entre eles a correlação negativa entre a geração de tecnologia e o aprendizado no nível mais básico (a graduação) e a diferente significância dos variados tipos de publicação de resultados de pesquisas científicas.

Além disso, no modelo 2 as diferentes significâncias dos diferentes tipos de relacionamento atestam a relevância expressiva de determinadas relações em detrimentos de outras. Como já bastante discutido na literatura da área, alguns tipos de relacionamento, como a relação sem uso imediato de resultados, a consultoria técnica e fornecimento de materiais pouco – ou nada – tem a fornecer de respaldo para a geração de tecnologia. Em compensação, demais relacionamentos, como a realização de pesquisa para uso imediato e o treinamento de pessoal pelo grupo para o parceiro, tendem a fornecer resultado positivo para o mesmo objetivo.

Cabe, porém, ressaltar as possíveis limitações das análises aqui apresentadas. Ao utilizar como unidade de análise a instituição e não diretamente os grupos de pesquisa, não se pôde verificar a influência das variáveis de controle para a geração de tecnologia sobre as diferentes áreas científicas de cadastro dos grupos; é de se esperar, por exemplo, que determinados tipos de relacionamento sejam mais importantes em determinadas áreas que em outras, e esse pode ser o futuro desenvolvimento do modelo utilizado. No momento, a limitação da base de dados não permitiu esse levantamento.

A despeito dessa limitação, acreditamos que esse tipo de análise quantitativa suscita resultados um tanto interessantes no que tange à análise das interações entre ciência e tecnologia no Brasil, tanto na verificação de resultados intuitivos quanto na análise daqueles que podem ser visto, à primeira vista, como contra intuitivos. Não se pretende esgotar aqui as discussões e possibilidades de estudo dessas relações tão importantes para o desenvolvimento tecnológico de uma nação; antes disso, o intuito é de despertar o conhecimento e verificação.

**Bibliografia**

ALBUQUERQUE, E. M.. National systems of innovation and non-OCED countries: notes about a rudimentary and tentative “tipology”. *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 19, n. 4 (76), october-november, p. 35-52, 1999.

ALBUQUERQUE, E. Apresentação do artigo "The National System of Innovation in Historical Perspective". *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 9-13, 2004.

AROCENA, R.; SUTZ, J.. Knowledge, innovation and learning: systems and policies in the north and in the south. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. (eds.) *Systems of Innovation and Development – Evidence from Brazil,* Edward Elgar, 2003.

BALTAGI, B. H. *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley: West Sussex, England, 2005, 316p.

CARVALHO, J. M. *A Escola de Minas de Ouro Preto*: o peso da glória. 2ª. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. p.

COHEN, W. M.; NELSON, R. R.; WALSH, J. P. The influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, v. 48, n. 1, p. 1-23, January 2002.

COLYVAS, J., CROW, M. GELIJNS, A., MAZZOLENI, R., NELSON, R. R., ROSENBERG, N., SAMPAT, B. N. How Do University Inventions Get Into Practice? *Management Science*, v. 48, n.1, p. 61-72, january 2002.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPQ – (2013a). *Informações Gerais sobre o Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq*. Disponível em <http://dgp.cnpq.br/censos/inf_gerais/index_que_eh.htm>. Acesso em 10 de maio de 2013.

COOKE, P. Introduction: origins of the concept. In BRACZYK, H; COOKE, P; HIDERNREICH, M (Eds). *Regional Innovation Systems*. Londom:UCL Press, 1998. p. 2- 25.

DORFMAN, N. S. Route 128: the development of a regional high technology economy. *Research Policy*, n. 12, p. 299-316, 1983.

EDQUIST, C. Systems of innovation: perspectives and challenges. In: FARGERBERG, J; MOWERY, D.; NELSON, R. (Eds.) *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University, 2005. p. 181-208.

FREEMAN, C. Japan: a new national system of innovation? In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (Eds.) *Technical change an economic theory*. London: Printer, 1988. p. 330-348.

FREEMAN, C. The "National System of Innovation" in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

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.

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.

HAUSMAN, J.A., 1978, Specification tests in econometrics. *Econometrica* 46, 1251–1271.

HAUSMAN, J.A., TAYLOR, W.E. 1981, Panel data and unobservable individual effects, *Econometrica*, 49, 1377–1398.

HUGHES, A. University-Industry Linkages and UK Science and Innovation Policy. Centre for Business Research, *University Of Cambridge*, Working Paper No. 326. 21 p. june, 2006.

JAFFE, A. B. Real Effects of Academic Research. *The American Economic Review*, v.79, 5, p. 957-970, December, 1989.

KLEVORICK, A. K.; LEVIN, R.; NELSON, R.; WINTER, S. On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v.24, n.2, p.185-205, March, 1995.

LACH, S., SCHANKERMAN, M. Incentives and inventions in universities. *RAND Journal of Economics*, 39-2, 403-433, summer 2008.

LESTER, R. K. LIS Project - Phase I Findings: Overview and Discussion. MIT IPC Local Innovation Systems, *Working Paper 05-004*, December, 2005.

LOCKETT, A., WRIGHT, M., FRANKLIN, S. Technology transfer and University spin-out estrategies. *Small Business Economics*, 20, 185-200, 2003.

LOUREIRO, A. O. F., COSTA, L.O. Uma breve discussão sobre os modelos com dados em painel. *Nota Técnica 37*, IPECE: Ceará, 2009.

LUNDVALL, B. *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London : Pinter, 1992. 342 p.

LUNDVALL, B. A.; VANG, J.; JOSEPH, K. J., CHAMINADE, C.. Innovation system research and developing countries. In: LUNDVALL, B. A.; JOSEPH, K. J., CHAMINADE, C.; VANG, J.. *Handbook of innovation systems and developing countries*: building domestic capabilities in a global setting. Edward Elgar, Cheltenham, UK, 2009.

MALERBA, F. *Sectoral Systems of Innovation*: Concepts, Issues and Analyses of six major Sectors in Europe. Cambridge, Cambridge University Press, 2004.

MANSFIELD, E. Academic research and industrial innovation. *Research Policy*, v.20, n.1, p.1-12, February, 1991.

MANSFIELD, E.; LEE, J. The modern university: contributor to industrial innovation and recipient of industrial P&D support. *Research Policy*, v.25, n.7, p.1047-1058, October, 1996.

MARKMANA, 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.

MORAVCSIK, M. The role of science in technology transfer. *Research Policy*, v.12, n. 5, p. 287-296, Oct. 1983.

MOWERY, D. C., SHANE, S. Introduction to the Special Issue on University Entrepreneurship and Technology Transfer. *Management Science*, 48, n. 1, january 2002.

MOWERY, D.; SAMPAT, B. Universities in national innovation systems. In: FARGERBERG, J; MOWERY, D.; NELSON, R. (Eds.) *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University, 2005. p. 209-239.

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

NELSON, R. Capitalism as an engine of progress. *Research Policy*, v. 19, n. 3, p. 193-214, June 1990.

NELSON, R.R.; ROSENBERG, N. (1993) Techical Innovation and National Systems. In: NELSON, R. (ed). *National innovation systems:* a comparative analysis. New York, Oxford: Oxford University, 1993, p. 76-114.

NELSON, R. R.; NELSON, K. Technology, institutions, and innovation systems. *Research Policy,* v.31, p.265-272, 2002.

PAVITT, K. The Social Shaping of the national science base. *Research Policy,* v*.*27, n.8, p.793-805, 1998.

PÓVOA, L. M. C. Patentes de universidades e institutos públicos de pesquisa e a transferência de tecnologia para empresas no Brasil. *Tese apresentada ao Cedeplar/UFMG*, Belo Horizonte, MG, 153p., 2008.

RAPINI, M. S. Interação Universidade-Empresa no Brasil: Evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 37, n. 1, P. 211-233, janeiro-março 2007.

RAPINI, M. S.; CHIARINI, T. ; BITTENCOURT, P. F.. *The University-Industry relations in a peripheral context*: Their contribution to knowledge generation and innovation in Brazil.. In: IV Congreso Anual de la Asociación de Economía para el Desarrollo de la Argentina, 2012, Buenos Aires. Memorias del IV Congreso Anual de la Asociación de Economía para el Desarrollo de la Argentina, 2012.

ROSENBERG, N. *Inside the black box:* technology and economics*.* Cambridge: Cambridge University, 1982. 304 p.

ROSENBERG, N. Scientific instrumentation and univeristy research? *Research Policy,* v.21, n. 4, p. 381-390, August 1992.

ROSENBERG, N.; NELSON, R. American university and technical advance in industry. *Research Policy*, v. 23, n. 3, p. 323-348, May 1994.

SANTOS, U. P. Ambiente Institucional e Inovação na Siderurgia de Minas Gerais. *Dissertação de Mestrado*, CEDEPLAR/UFMG, 140 p. 2009.

SHANE, S. Selling University Technology: Patterns from MIT. *Management Science*, 48, n. 1, 122-137, 2002.

SUTZ, J.. The New Role of the University in the Productive Sector. In: ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. *Universities and the Global Knowledge Economy – A triple Helix of University-Industry-Government*. Printer: London e Washigton, 2000.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. *Revista de Economia Política*, v. 31, n. 1, p. 3-30, 2011.

SUZIGAN, W.; RAPINI, M. S.; ALBUQUERQUE, E. M.. *A changing role for universities in the periphery*. Texto para Discussão. Cedeplar/UFMG, n. 420, Abril de 2011.

THURSBY, J. G., THURSBY, M. C. Who Is Selling the Ivory Tower? Sources of Growth in University Licensing. *Management Science*, v. 48, n.1, p. 90-104, january 2002.

WOOLDRIDGE, J. M. *Introductory econometrics*: a modern approach. 3rd. ed. Mason: Thomsom, 2006. 890 p.

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.

**Anexos**

**Anexo A.1 – Teste de Hausman – Modelo 1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variáveis | (b) | (B) | (b-B) | sqrt(diag(V\_b-V\_B)) |
| Fixed effect | Random effect | Difference | S.E. |
| Grupos de pesquisa | 0,06 | 0,08 | -0,02 | 0,0113386 |
| Artigo nacional | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0009667 |
| Artigo internacional | 0,00 | 0,01 | -0,01 | - |
| Artigo anais | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,0008881 |
| Livro | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,0027759 |
| Capítulo de livro | -0,01 | 0,01 | -0,01 | - |
| Tese | -0,01 | 0,02 | -0,03 | - |
| Dissertação | 0,06 | 0,04 | 0,01 | - |
| Mono/TCC | 0,00 | -0,01 | 0,01 | - |
| IC | 0,01 | 0,01 | -0,01 | 0,0017075 |
| Pesquisador grupo | -0,06 | 0,02 | -0,09 | 0,0039542 |
| Estudante grupo | 0,00 | -0,08 | 0,09 | , |
| Interação grupo | 8,16 | 7,92 | 0,24 | 0,1321216 |
| Empresas interação | 0,60 | 0,87 | -0,27 | 0,0244996 |
| d2004 | 3,40 | 6,11 | -2,71 | - |
| d2006 | 7,89 | 13,18 | -5,28 | - |
| d2008 | -6,31 | 2,12 | -8,43 | - |
| d2010 | -3,95 | 3,22 | -7,18 | - |
| b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg | | | |  |
| B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg | | | | |
| Test: Ho: difference in coefficients not systematic | | |  |  |
| chi2(17) = 242,37 |  |  |  |  |
| Prob>chi2 = 0.0000 |  |  |  |  |

Fonte: Elaboração própria.

**Anexo A.2 – Teste de Hausman – Modelo 2**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variáveis | (b) | (B) | (b-B) | sqrt(diag(V\_b-V\_B)) |
| Fixed effect | Random effect | Difference | S.E. |
| relacionamento 1 | 0,31 | 0,44 | -0,14 | 0,17 |
| relacionamento 2 | 2,09 | 2,07 | 0,02 | - |
| relacionamento 3 | 3,93 | 1,86 | 2,07 | 0,49 |
| relacionamento 4 | -2,47 | 5,70 | -8,17 | 1871743,00 |
| relacionamento 5 | 4,54 | 5,47 | -0,94 | - |
| relacionamento 6 | -1,29 | -3,44 | 2,15 | 0,51 |
| relacionamento 7 | -0,04 | -0,01 | -0,03 | - |
| relacionamento 8 | 0,65 | 3,34 | -2,69 | - |
| relacionamento 9 | 0,93 | -2,44 | 3,37 | 0,28 |
| relacionamento 10 | 5,97 | 7,42 | -1,44 | 0,17 |
| relacionamento 11 | -2,09 | -1,87 | -0,21 | 0,94 |
| relacionamento 12 | 6,70 | 4,08 | 2,62 | - |
| relacionamento 13 | 0,41 | 8,31 | -7,91 | - |
| relacionamento 14 | 2,70 | 4,33 | -1,63 | - |
| Grupos de pesquisa | 0,10 | 0,31 | -0,22 | 0,01 |
| Artigo nacional | 0,00 | -0,02 | 0,02 | - |
| Artigo internacional | 0,00 | 0,01 | -0,01 | - |
| Artigo anais | 0,00 | 0,02 | -0,02 | - |
| Livro | 0,11 | 0,04 | 0,08 | - |
| Capítulo de livro | 0,00 | 0,02 | -0,02 | - |
| Tese | 0,01 | 0,02 | -0,01 | - |
| Dissertação | 0,01 | 0,00 | 0,01 | - |
| Mono/TCC | 0,01 | -0,01 | 0,02 | - |
| IC | 0,03 | 0,04 | -0,01 | - |
| Pesquisador grupo | -0,05 | 0,03 | -0,09 | - |
| Estudante grupo | 0,00 | -0,10 | 0,09 | - |
| d2004 | 6,42 | 10,05 | -3,64 | - |
| d2006 | 10,12 | 14,30 | -4,18 | - |
| d2008 | -2,13 | 5,61 | -7,75 | - |
| d2010 | 0,73 | 7,04 | -6,31 | - |
| b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg | | |  |  |
| B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg | | | | |
| Test: Ho: difference in coefficients not systematic | | |  |  |
| chi2(17) = 1418,92 |  |  |  |  |
| Prob>chi2 = 0.0000 |  |  |  |  |

Fonte: Elaboração própria.

1. É importante destacar que, embora não seja o cerne do artigo, a causalidade contrária – tecnologia-ciência – também é importante, e tem relevante destaque nos trabalhos de Rosemberg (1982) e Moravcsik (1983), entre outros. [↑](#footnote-ref-1)
2. Visão esta que é considerada pelos próprios autores consistente com a estabelecida em Suzigan *et al* (2011). [↑](#footnote-ref-2)
3. O *Bayh–Dole Act* ou Emenda Constitucional de Patentes e Marcas (Pub. L. 96-517, 12/12/1980) é a legislação Americana em vigor que lida com a questão da propriedade intelectual. A principal mudança institucionalizada na emenda é a permissão dos direitos de propriedade de uma invenção financiada por recursos federais serem de posse dos inventores, como universidades, firmas e instituições sem fins lucrativos. [↑](#footnote-ref-3)
4. Como a especificação de Hausman e Taylor (1981) diz respeito à análise do modelo de efeitos fixos, essa alternativa só será testada se o teste de Hausman apresentar como melhor opção essa especificação de modelo. [↑](#footnote-ref-4)
5. O resultado do Teste de Hausman é apresentado no anexo do artigo. [↑](#footnote-ref-5)
6. Arocena e Sutz (2003) apontam que universidades da América Latina possuem interações com firmas, em sua maior parte, compostas de consultoria técnica, e que esse tipo de relacionamento não personifica colaboração de pesquisa para criação tecnológica. [↑](#footnote-ref-6)