

A INTERAÇÃO ENTRE EMPRESAS INDUSTRIAIS E UNIVERSIDADES EM MINAS GERAIS: investigando uma dimensão estratégica do sistema estadual de inovação

Márcia Siqueira Rapini (*Cedeplar - UFMG e IE - UFRJ*)
Catari Vilela Chaves (*PUC Minas e Cedeplar - UFMG*)
Eduardo da Motta e Albuquerque (*Cedeplar - UFMG*)
Soraia Schultz Martins Carvalho (*Cedeplar - UFMG*)
Hérica Morais Righi (*IGE - Unicamp e Fundação Dom Cabral*)
Vanessa Criscuolo Parreiras de Oliveira (*Cedeplar - UFMG*)
Leandro Alves Silva (*Cedeplar - UFMG e IEL - FIEMG*)
Wellington Marcelo Silva da Cruz (*UFF*)

RESUMO

O objetivo deste artigo é investigar, em Minas Gerais, o relacionamento entre universidades e empresas, que são instituições constitutivas do Sistema Nacional de Inovação. Para tanto, duas bases de dados foram utilizadas. A primeira envolve 140 empresas que realizam atividades contínuas de P&D (*MG Survey*). A segunda abrange 175 grupos de pesquisa vinculados a universidades mineiras e que declararam relacionamento com 317 unidades do setor produtivo. As conclusões do trabalho sugerem que, além das funções tradicionais (fonte de informação, fornecimento de mão-de-obra especializada, treinamento, etc), as universidades podem ter um *papel dual*, considerando suas interações com as firmas: substituir e/ou complementar as atividades de P&D das empresas.

PALAVRAS-CHAVE: interação universidade-empresa; NSI imaturo; grupos de pesquisa, Minas Gerais.

CLASSIFICAÇÃO POR ÁREA ANPEC: Área 8 - Economia Industrial e da Tecnologia

ABSTRACT

The aim of this paper is to investigate, in Minas Gerais state, the relationships between universities and firms, institutions that constitute the National Systems of Innovation. In order to permit a proper evaluation of university-firms interactive flows, two databases were used. The first one describes 140 firms that undertake continuous R&D (*MG Survey*). The second database encompasses 175 research groups from universities located in Minas Gerais that reported interaction with 317 firms. The conclusions of this paper are that, besides traditional functions (source of information and specialized labor force, trainings, others), the universities also have a dual role in their interactions with firms: they substitute and/or complement the R&D of firms.

KEY-WORDS: University-industry interaction; immature NSI; research groups, Minas Gerais.

JEL CLASSIFICATION: O30; 039

INTRODUÇÃO

Na literatura de economia da tecnologia, em especial na elaboração sobre sistemas nacionais de inovação, a interação entre a produção científica e tecnológica desempenha um papel crucial. Nos sistemas de inovação de países desenvolvidos é possível caracterizar a existência de circuitos de retroalimentação positiva entre essas duas dimensões. Fluxos de informação e de conhecimento correm nos dois sentidos. Por um lado, as universidades e institutos de pesquisa produzem conhecimento que é absorvido por empresas e pelo setor produtivo, conforme estudos realizados por Klevorick et al (1995), Narin et al (1997), Cohen et al (2002) comprovam e demonstram. Por outro lado, as empresas acumulam conhecimento tecnológico que fornece questões para a elaboração científica, conforme descrito por Rosenberg (1992). Desses estudos, pode-se depreender a existência de fluxos bidirecionais entre essas duas instituições dos sistemas de inovação - fluxos discutidos por Brascomb et al (1999) e por Mowery et al (2004).

O foco deste artigo é o relacionamento entre as universidades (parte da infra-estrutura científica do país) e as empresas (responsáveis pela dimensão tecnológica), que são instituições constitutivas do sistema nacional de inovação. Seu objetivo é avaliar se existem fluxos bidirecionais de interação entre universidades e empresas no estado de Minas Gerais. Apresentam-se alguns resultados da “Pesquisa sobre interação entre universidades e empresas: o ponto de vista das empresas de Minas Gerais que investem em P&D” (doravante, *MG Survey*) e informações referentes aos grupos de pesquisa filiados a instituições de Minas Gerais, declarados no CNPq. Para tanto, duas bases de dados foram elaboradas. A primeira é resultante do *MG Survey*, que envolve 140 firmas que realizam P&D contínuo (ALBUQUERQUE et al, 2005) em Minas Gerais. A segunda base de dados envolve 175 grupos de pesquisa localizados em universidades mineiras que relataram interação com 317 firmas (RIGHI, 2005). A complementaridade entre as duas bases de dados é importante e será discutida ao longo do texto.

Trabalhos anteriores (RAPINI, 2007; SILVA, 2003; BERNARDES & ALBUQUERQUE, 2003) fundamentam a hipótese deste artigo: dado o estágio de desenvolvimento do país e de construção do sistema nacional de inovação, existem conexões apenas parciais entre a dimensão científica e a dimensão tecnológica no caso brasileiro. Por isso, fluxos bidirecionais devem estar limitados a alguns setores. Em vários setores, fluxos unidirecionais devem estar ocorrendo, com certa predominância dos fluxos originados nas universidades - em função da maior participação relativa do Brasil na produção científica mundial *vis-à-vis* a sua participação na produção tecnológica (ALBUQUERQUE, 2003).

Este artigo está organizado em seis seções, além da introdução. A segunda apresenta uma revisão teórica sobre a interação entre universidades e empresas nos sistemas de inovação. A terceira apresenta as bases de dados preparadas através do *MG Survey* e do diretório dos grupos de pesquisa do CNPq. A quarta apresenta os resultados relativos ao *MG Survey* e na quinta seção são apresentados os resultados do ponto de vista dos grupos de pesquisa de Minas Gerais. A sexta seção discute os principais resultados encontrados e, na sétima, são feitas as considerações finais sobre o trabalho.

2 UNIVERSIDADES E SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO

Sistema nacional de inovação (NSI) é um conceito elaborado por economistas evolucionistas (FREEMAN, 1987; NELSON, 1993; LUNDEVALL, 1992) e que tem adquirido crescente respeitabilidade tanto no meio acadêmico como entre instituições internacionais (OCDE, por exemplo). É um arranjo institucional que envolve diversos participantes: (1) firmas, com seus laboratórios de P&D e suas redes de cooperação e interação; (2) universidades e institutos de pesquisa; (3) instituições de ensino; (4) sistema financeiro capaz de apoiar o investimento inovativo; (5) sistemas legais; (6) mecanismos mercantis e não-mercantis de seleção; (7) governos; (8) mecanismos e instituições de coordenação. Esses componentes interagem entre si, articulam-se e possuem diversos mecanismos que iniciam processos de “ciclos virtuosos”.

A interação entre dois dos componentes dos sistemas de inovação é estratégica: as universidades (e institutos de pesquisa públicos) e empresas, que refletem a interação entre ciência e tecnologia. Essa interação é de mão dupla, pois a ciência às vezes lidera ou às vezes é seguidora da inovação industrial. É importante considerar que o avanço da ciência é beneficiado por questões e demandas levantadas pelas empresas. Por isso, um setor industrial com baixa motivação para inovar pode ser considerado como um

fator limitador do desenvolvimento científico do país. O que por sua vez torna-se um fator limitador da inovação industrial.

A literatura sugere a existência de funções específicas das universidades para países em processo de desenvolvimento. A situação prevalente nos países menos desenvolvidos não pode ser compreendida a partir da aplicação direta e sem qualificações das conclusões alcançadas na literatura sobre os países avançados. Há diferenças que devem ser levadas em consideração.

No que diz respeito ao papel da ciência, a principal diferença está na contribuição que ela pode oferecer durante o processo de *catching up*. A infra-estrutura científica pode atuar como uma “antena” na identificação das oportunidades tecnológicas, fazendo parte da capacidade de absorção do país. Neste sentido, o papel da ciência durante processos de *catching up* pode ser desdobrado em três dimensões. Em primeiro lugar, ela atua como um “instrumento de focalização”, contribuindo para a identificação de oportunidades e para a vinculação do país aos fluxos internacionais. Em segundo lugar, a ciência cumpre o papel de instrumento de apoio para o desenvolvimento industrial, provendo conhecimento necessário para a entrada em setores industriais estratégicos. Finalmente, ela serve como fonte para algumas soluções criativas que dificilmente seriam obtidas fora do país (exemplo: vacinas contra doenças tropicais, desenvolvimento de certas ligas metálicas, preparação de *softwares* aplicados, etc.).

O entendimento da interação universidade-empresa, portanto, não pode se dar de forma dissociada do desenvolvimento e consolidação dos Sistemas Nacionais de Inovação (NSI). A intensidade das interações U-E depende da ‘capacidade estrutural de absorção’ referente às empresas, universidades e instituições de pesquisa, e do NSI. A interação U-E apresenta um caráter fortemente *path dependency* e enfrenta problemas estruturais de ausência de reconhecimento e da adoção de novos paradigmas e trajetórias tecnológicas de forma suficientemente rápida (MEYER-KRAMER & SCHMOCH, 1998:845). De encontro a estas especificidades, a construção institucional das universidades é fundamental, bem como a existência de demanda do setor produtivo pelas capacitações e recursos acadêmicos.

2.1 Empresas, P&D e a importância das universidades no Brasil

De acordo com a Pintec (2003), 2.432 firmas fazem P&D contínuo no Brasil. A distribuição destas firmas entre os quatro primeiros estados é a seguinte: São Paulo, com 1.173; Rio Grande do Sul, com 357 firmas; Santa Catarina, com 244 firmas e Minas Gerais, com 180 firmas.

Um panorama geral das firmas industriais, da frequência com que realizam atividades de P&D e da importância das universidades como fontes de informação para a inovação estão presentes na tabela I. Pode-se observar que há uma relação direta entre realizar atividades de P&D e a importância relativa que é atribuída às universidades como fonte de informação.

Tabela I
Importância das universidades e institutos de pesquisa como fontes de informação das atividades inovativas das empresas no Brasil, de acordo com o tipo de P&D realizado

	Total		Importante		Não Importante	
	N	%	N	%	N	%
P&D interno	4.171	14,88%	719	17,24%	3.452	82,76%
P&D externo	432	1,54%	123	28,47%	309	71,53%
P&D interno e externo	769	2,74%	278	36,15%	491	63,85%
Não realizam P&D	22.663	80,84%	1.225	5,41%	21.438	94,59%
Total	28.035	100,00 %	2.345	8,36%	25.690	91,64%

Fonte: Elaboração própria, a partir de PINTEC (IBGE), 2003.

A tabela I mostra a maioria das firmas inovadoras como firmas que não praticam P&D (22.663 do total de 28.035 firmas inovadoras). Essas firmas que não fazem P&D representam a menor percentagem de firmas que indicam as universidades como importantes fontes de informação (apenas 5,41%). Por outro lado, o conjunto de firmas que fazem P&D interno e externo (769 firmas) alcança a maior percentagem de firmas que indicam as universidades como importantes fontes de informação (36,15%).

No meio, existem firmas com P&D interno (17,24% indicando universidades como fontes importantes) e firmas com P&D externo (28,47% que indicam universidades como fontes importantes).

A cooperação formal entre universidades e firmas é relatada na Pintec (2003). Os dados são interessantes para mostrar a localização da cooperação: 297 firmas relataram cooperação com as universidades dentro de seu estado e 122 relataram cooperação fora de seus estados. A literatura aponta para a importância da proximidade geográfica em relacionamentos que envolvem a troca de conhecimento. Em São Paulo 102 empresas relataram cooperação com instituições de pesquisa do próprio estado e 55 empresas com instituições de fora, ao passo que em Minas Gerais 58 empresas cooperaram com instituições do mesmo estado e 15 com instituições de fora.

2.2 Universidades, grupos de pesquisa interativos e empresas no Brasil.

O Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq reúne informações sobre os grupos de pesquisa em atividade no país abrangendo pesquisadores, estudantes, técnicos, linhas de pesquisa em andamento e as produções científica, tecnológica e artística geradas pelos grupos. Cada grupo está situado no espaço (instituição, unidade da federação e região) e no tempo (CNPq, 2005).

Apesar de ser uma base de informações de preenchimento opcional, seu universo tem aumentado ao longo do tempo, podendo-se supor relativa representatividade da comunidade científica nacional. As universidades, instituições de ensino superior e institutos que ministram cursos de pós-graduação concentram mais de 90% dos grupos de pesquisa cadastrados. Porém, as empresas privadas não fazem parte do diretório (CARNEIRO & LOURENÇO, 2003).

As informações dos grupos de pesquisa estão disponíveis no site do CNPq (<http://lattes.cnpq.br>) e podem ser obtidas através da base corrente e da base censitária. Os Censos são “fotografias” estáticas da base corrente e são realizadas de dois em dois anos (CNPq, 2005). A partir de 2002, os relacionamentos com o setor produtivo foram inseridos no questionário respondido pelos líderes dos grupos de pesquisa, passando a ser uma importante fonte de informação sobre a interação universidade-empresa no país.

As informações disponibilizadas nos Censos podem ser extraídas através do Plano Tabular, que possibilita a formatação de tabelas de acordo com as variáveis disponíveis. Estas podem ser: número de grupos por UF, instituição, região geográfica, área e grande área do conhecimento; relacionamentos com o setor produtivo, linhas de pesquisa, estudantes, pesquisadores, produção de C, T& A e técnicos.

A primeira versão do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq de 1993 possuía 99 instituições, 4.402 grupos de pesquisa cadastrados e 21.541 pesquisadores. A última versão consolidada, de 2004¹, possui 375 instituições, 19.470 grupos de pesquisa cadastrados e 77.649 pesquisadores. Aproximadamente 19% das instituições em 2004 concentravam aproximadamente 75% do total dos grupos de pesquisa. Desde a primeira versão do Diretório até 2004, pôde ser observado expressivo aumento da parcela de doutores entre os pesquisadores.

A tabela II apresenta a distribuição dos grupos de pesquisa (total e com relacionamento) e das unidades do setor produtivo que se relacionaram com os grupos de pesquisa por Unidades da Federação. A tabela traz também dois indicadores: grau de interação – total dos grupos de pesquisa com relacionamento sobre o total dos grupos de pesquisa - e densidade de interação – total das unidades do setor produtivo sobre os grupos de pesquisa com relacionamento.

As desigualdades regionais na produção técnico-científica, conforme identificado por Barros (2000), e das atividades inovativas, identificado em Albuquerque *et al.* (2003), replicam-se nesta tabela, em termos da cooperação universidade-empresa. O estado de São Paulo possui o maior número de grupos de pesquisa cadastrados no Diretório do CNPq, um total de 5.541. Reúne também o maior número de unidades do setor produtivo que relacionaram com os grupos, um total de 746. Em termos de grupos de pesquisa, o segundo lugar é ocupado pelo estado do Rio de Janeiro com 2.786 grupos de pesquisa. Mas em termos de unidades do setor produtivo, o segundo lugar é do estado do Rio Grande do Sul, com 417 unidades do setor produtivo que relacionaram com os grupos de pesquisa do estado.

Na média, o grau de interação dos grupos de pesquisa do Brasil foi 11,05%. Entre as UFs, o maior grau de interação foi no Pará (18, 18%), sendo seguido por Santa Catarina (16,37%) e Goiás (16,17%) e

¹ O Censo 2004 foi gerado a partir de uma fotografia da base corrente do CNPq em 21/10/2004.

os menores no Amapá e Rondônia que não apresentaram grupos com relacionamentos. Este indicador em São Paulo foi 8,37%, estando inclusive abaixo da média nacional ² e em Minas Gerais foi 13,4%. A média da densidade de interação no Brasil foi 1,29 unidades do setor produtivo por grupo de pesquisa. Os maiores índices foram apresentados no Piauí e no Acre; entretanto, é preciso ressaltar que esses estados possuem um pequeno número de grupos com relacionamentos. Em São Paulo esse indicador foi 1,61 e em Minas Gerais foi 1,62, ambos acima da média nacional.

Tabela II: Grupos de Pesquisa, total e com relacionamento, unidades do setor produtivo, grau de interação e densidade de interação por Unidades da Federação, Brasil, 2004.

Estado	Grupos (a)	Grupos com relacionamento (b)	Grau de interação (b)/(a)	Unidades do setor produtivo (c)	Densidade de Interação (c)/(b)
Acre	25	1	4,00%	6	6
Alagoas	133	10	7,52%	12	1,2
Amapá	10	0	0,00%	0	---
Amazonas	289	28	9,69%	24	0,86
Bahia	728	111	15,25%	163	1,47
Ceará	423	52	12,29%	82	1,58
Distrito Federal	477	61	12,79%	98	1,61
Espírito Santo	200	16	8,00%	28	1,75
Goiás	266	43	16,17%	75	1,74
Maranhão	119	14	11,76%	16	1,14
Mato Grosso	171	19	11,11%	28	1,47
Mato Grosso do Sul	225	11	4,89%	13	1,18
Minas Gerais	1694	226	13,34%	367	1,62
Pará	286	52	18,18%	57	1,1
Paraíba	329	36	10,94%	46	1,28
Paraná	1512	183	12,10%	347	1,9
Pernambuco	602	87	14,45%	149	1,71
Piauí	101	3	2,97%	18	6
Rio de Janeiro	2786	259	9,30%	329	1,27
Rio Grande do Norte	220	24	10,91%	40	1,67
Rio Grande do Sul	2072	265	12,79%	417	1,57
Rondônia	33	0	0,00%	0	---
Roraima	30	2	6,67%	2	1
Santa Catarina	996	163	16,37%	290	1,78
São Paulo	5541	464	8,37%	746	1,61
Sergipe	105	15	14,29%	15	1
Tocantins	97	6	6,19%	8	1,33
Total	19.470	2.151	11,05%	2.768	1,29

Fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, 2004 (elaboração própria).

3 AS DUAS BASES DE DADOS

3.1 MG Survey

² Esse resultado pode ser explicado pela subestimação da base de dados.

Os questionários originais do *Yale Survey* (Klevorick et al, 1995) e do *CM Survey* (Cohen et al, 2002) foram o ponto de partida para a formulação do questionário do *MG Survey*. Porém, adaptações dos questionários originais foram necessárias, em função da configuração do NSI brasileiro³.

Converse et al (1986) sugerem começar o questionário consultando especialistas profissionais. Os questionários do *MG Survey* foram respondidos por gerentes de P&D (ou por uma pessoa na posição equivalente, onde não existe um departamento de P&D formalizado).

Assim, gerentes de P&D de quatro firmas de quatro diferentes setores industriais (aço, saúde animal, moveleiro e alimentação) foram entrevistados. As entrevistas foram de grande ajuda para ampliar o conjunto de disciplinas específicas, para adicionar novos canais de difusão de conhecimento e para somar um novo “produto de pesquisa pública” para a investigação. Essas entrevistas conduziram a uma nova questão no questionário: a identificação das universidades e instituições públicas mais importantes para o P&D da firma⁴.

O alvo do *MG Survey* era um conjunto de 180 firmas que realizam atividades contínuas de P&D em Minas Gerais, de acordo com as estimativas do IBGE na Pintec (2003). No entanto, as informações da PINTEC sobre a identificação das empresas são confidenciais. Então, para o *MG Survey*, as empresas foram encontradas a partir de quatro fontes principais: (1) três arquivos da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG); (2) 80 firmas que aplicaram uma patente entre 1990 e 2001; (3) arquivos da Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (ANPEI) e da Rede Mineira de Tecnologia (RMT), com 33 e 34 firmas respectivamente; (4) lista de empresas que contrataram serviços da UFMG.

3.2 Diretório dos grupos de pesquisa do CNPq

A base de dados de Minas Gerais do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq foi preparada em duas etapas, utilizando o Censo 2004 e a base corrente. A primeira etapa foi uma pesquisa *on line* na base do Censo 2004, que resultou na listagem de 226 grupos de pesquisa de Minas Gerais cujo líder declarou pelo menos um relacionamento com o setor produtivo. A segunda etapa consistiu na busca deste conjunto de grupos na base corrente, a fim de identificar os tipos de relacionamento⁵ e a unidade do setor produtivo ao nível de cada grupo de pesquisa. A seguir, foi realizada uma limpeza na base de dados a fim de manter somente os grupos que relacionaram com empresas industriais (incluindo mineração e setor agrícola)⁶. A base de dados resultante abrange 175 grupos de pesquisa interativos de Minas Gerais.

A tabela III apresenta a distribuição de grupos de pesquisa com relacionamento por áreas do conhecimento. As cinco áreas do conhecimento com o maior número de grupos com relacionamento são: Agronomia, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia Civil e Engenharia Florestal. O maior grau de interação foi nas áreas de Recursos Florestais e Engenharia Florestal (45,8%); Engenharia Mecânica (43,7%), Engenharia Civil (35,5%), Engenharia Elétrica (33,3%), Engenharia de Materiais e Metalúrgica (33,3%) e Engenharia Química (33,3%). Por outro lado, a maior densidade de interação foi nas áreas de Engenharia Química (4,33), Engenharia Elétrica (3,31), Recursos Florestais e Engenharia Florestal (3,27) e Engenharia de Minas (3,00).

³ O *design* do questionário para o *MG Survey* segue quatro orientações gerais: 1) manter a maior comparabilidade possível com o *Yale Survey* e com o *CM Survey*; 2) adaptar o questionário para lidar com características específicas de um NSI imaturo nas dimensões científica e tecnológica; 3) focar o questionário no papel das universidades e pesquisa pública para a inovação industrial (isso permite um encurtamento do questionário, pois o assunto do *MG Survey* corresponde à seção III do *Yale Survey* – “The relationship of Science to Technology” - e à seção III do *CM Survey* – “Sources of information”; 4) dialogar com a PINTEC, tentando complementá-la (perguntando questões nela não existentes).

⁴ O questionário do *MG Survey* tem 13 questões, divididas em seis seções (1 – localização das atividades de P&D; 2 – fontes de informação; 3 – áreas científicas e de engenharia; 4 – obstáculos e formação educacional; 5 – investimentos em P&D; 6 – uma pergunta final e aberta para informações adicionais).

⁵ Há 14 tipos de relacionamentos que o líder pode atribuir com o setor produtivo, ver sítio do CNPq, www.cnpq.br.

⁶ Ver Righi (2005) sobre metodologia utilizada nesta etapa.

Tabela III
Grupos de Pesquisa, total e com relacionamento e unidades do setor produtivo, grau de interação e densidade de interação por área do conhecimento, Minas Gerais, 2005.

Áreas do Conhecimento	Grupos (a)	Grupos com relacionamento (b)	Grau de interação (b)/(a)	Unidades do setor produtivo (c)	Densidade de interação (c)/(b)
Agronomia	122	28	22,95%	65	2,32
Engenharia Mecânica	32	14	43,75%	25	1,79
Engenharia Elétrica	39	13	33,33%	43	3,31
Engenharia Civil	31	11	35,48%	20	1,82
Recursos Florestais e Eng. Florestal	24	11	45,83%	36	3,27
Ciência da Computação	43	10	23,26%	21	2,10
Engenharia de Materiais e Metalúrgica	27	9	33,33%	21	2,33
Química	88	7	7,95%	9	1,29
Geociências	43	6	13,95%	8	1,33
Engenharia Agrícola	20	6	30,00%	17	2,83
Ecologia	26	6	23,08%	6	1,00
Zootecnia	52	5	9,62%	13	2,60
Veterinária	41	5	12,20%	15	3,00
Medicina	105	4	3,81%	4	1,00
Engenharia Química	9	3	33,33%	13	4,33
Farmácia	24	3	12,50%	4	1,33
Engenharia de Minas	10	3	30,00%	9	3,00
Ciência e Tecnologia de Alimentos	26	3	11,54%	8	2,67
Bioquímica	35	3	8,57%	3	1,00
Outros ⁽¹⁾	897	56	6,24%	38	0,68
Total	1.694	175	10,33%	317	1,81

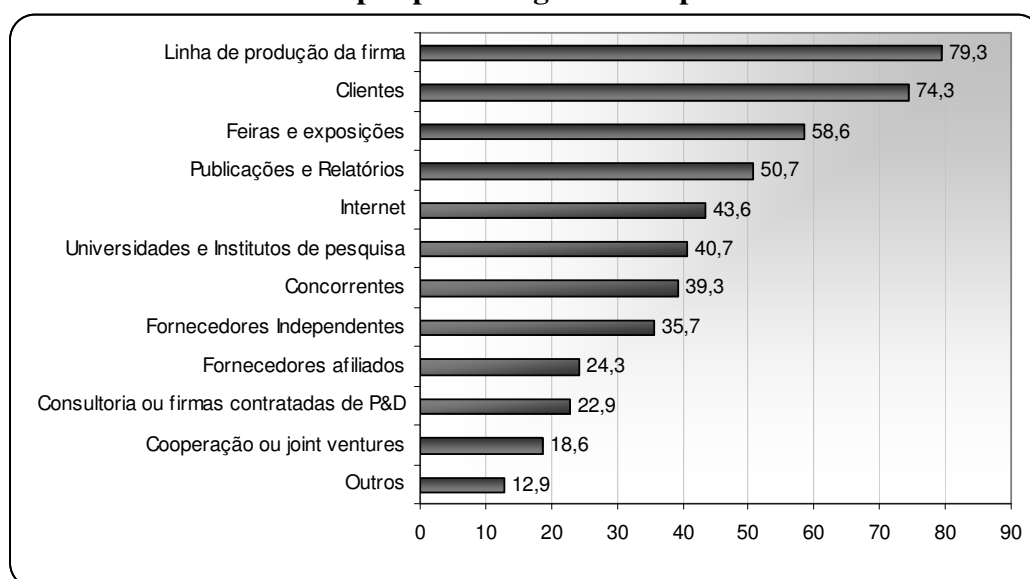
Fonte: Elaboração própria, a partir de pesquisa na base corrente do CNPq, 2005.

Nota: (1) Existem outras 17 áreas de conhecimento no estado, com 1 ou 2 grupos com relacionamento.

4 RESULTADOS DO MG SURVEY: O PONTO DE VISTA DAS EMPRESAS QUE REALIZAM P&D

As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a importância das fontes de informação, tanto para sugerir novos projetos como para contribuir na conclusão de projetos já existentes.

Figura 1
Fontes de informação que contribuíram para a sugestão de novos projetos por porcentagem de respondentes

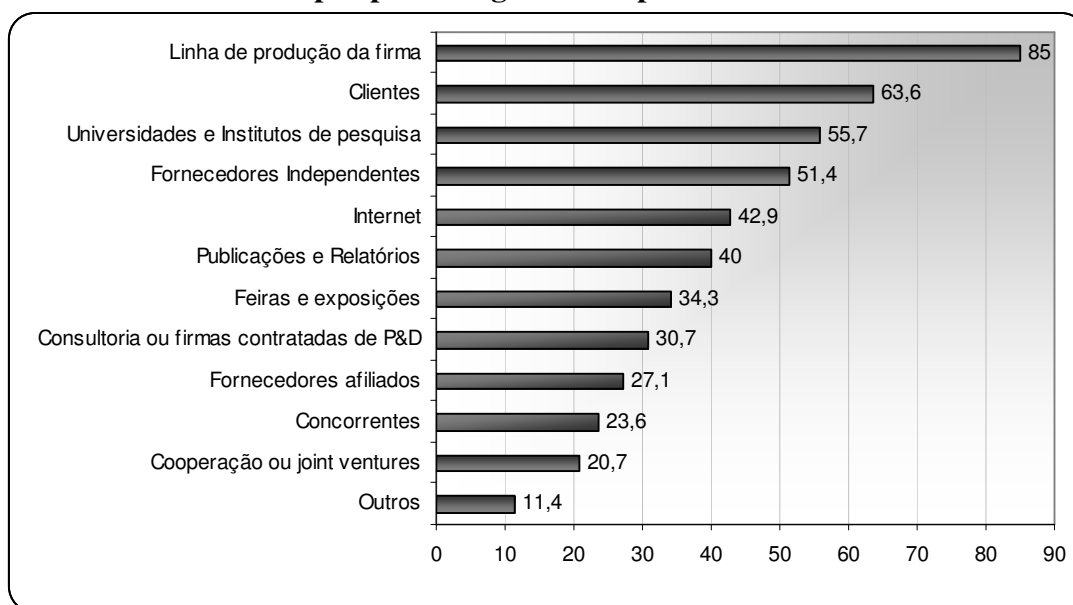


Fonte: Elaboração própria, a partir de MG Survey (2005).

Pode-se observar que, para sugerir novos projetos, a “Linha de produção da própria firma” é a fonte de informação mais importante (79,3%), seguida por “Clientes” (74,3%). Em terceiro lugar, com 58,6%, estão as “Feiras e Exposições” (incluídas no *MG Survey*, ausentes no *CM Survey*). Em seguida, aparecem as “Publicações e Relatórios”. Na quinta colocação, aparece a “Internet”, com 43,8%. O item “Universidades e Institutos de pesquisa” aparece na sexta posição, com 40,7%.

A Figura 2 apresenta as respostas sobre as fontes de informação que contribuíram para a complementação dos projetos.

Figura 2
Fontes de Informação que contribuíram para a conclusão de projetos já existentes, por porcentagem de respondentes.



Fonte: Elaboração própria, a partir de *MG Survey* (2005).

A figura 2 mostra que a “Linha de produção da própria firma” é a mais importante fonte de informação (85%) para concluir projetos já existentes. A seguir, “Clientes”, que obtiveram 63.6% das respostas. “Universidades e Institutos de pesquisa” apareceram, neste caso, na terceira posição (55,7% dos entrevistados).

Viotti et al (2005) comparam Pesquisas de Inovação do Brasil e da União Européia e apontam que a importância das universidades como fonte de informação é maior no caso brasileiro (9%) do que em qualquer país europeu (a Dinamarca está na segunda posição com 6% de respostas).

Essas comparações apresentam uma questão interessante. A conjectura sugere que o envolvimento das firmas em P&D é pequeno em países com NSI imaturo. Nesses países, as atividades de pesquisa das universidades devem ser tanto substitutas como complementares às firmas com baixos investimentos em P&D.

A tabela IV apresenta os resultados referentes aos canais do fluxo de conhecimento de universidades para firmas industriais. “Troca informal de informações” é o mais importante canal de fluxo entre universidades e institutos de pesquisa com empresas (52,9% das respostas caracterizaram esse canal de fluxo como, ao menos, “Moderadamente importante”).

Tabela IV
Importância dos canais de fluxo de conhecimento de Universidades e
Institutos de Pesquisa por setor industrial

Setor Industrial	N	Conferências e públicas e encontros	Consultoria	Intercâmbio temporário de pessoal	Patentes	Pesquisa contratada	Pessoal contratado com graduação e pós-graduação	Cooperação/JV's	Publicações e relatórios	Tecnologia Licenciada	Troca informal de informações
		Percentual de Empresas que indicaram a fonte como "moderadamente" ou "muito" Importante									
Agricultura	5	60,0	80,0	20,0	40,0	40,0	100,0	60,0	80,0	60,0	80,0
Mineração	10	60,0	90,0	40,0	30,0	90,0	70,0	70,0	50,0	50,0	70,0
Indústria de alimentos	19	47,4	26,3	31,6	10,5	26,3	57,9	26,3	68,4	10,5	63,2
Indústria têxtil, artigos do vestuário e couro	8	12,5	0,0	0,0	0,0	25,0	12,5	12,5	12,5	0,0	25,0
Indústria de papel e celulose e Indústria Química	21	42,9	42,9	38,1	19,0	38,1	57,1	47,6	52,4	14,3	47,6
Indústria de borracha e plástico	5	40,0	60,0	0,0	0,0	20,0	20,0	60,0	20,0	20,0	40,0
Produtos de mineral não metálicos	4	50,0	50,0	25,0	25,0	75,0	75,0	75,0	100,0	50,0	75,0
Metalurgia básica	11	45,5	54,5	36,4	27,3	54,5	54,5	45,5	63,6	9,1	54,5
Produtos de metal	8	50,0	25,0	12,5	12,5	12,5	37,5	37,5	50,0	25,0	37,5
Máquinas e equipamentos	8	62,5	62,5	25,0	0,0	62,5	37,5	50,0	25,0	12,5	62,5
Material elétrico, maq. elétrica e equip.	9	0,0	22,2	22,2	0,0	0,0	55,6	33,3	11,1	0,0	22,2
Equip. eletrônico e de comunicação	3	0,0	33,3	0,0	0,0	66,7	66,7	100,0	33,3	33,3	66,7
Equip. médico e instrumentos de precisão	11	27,3	54,5	18,2	9,1	27,3	63,6	18,2	27,3	9,1	45,5
Veículos Automotores	6	16,7	50,0	33,3	0,0	16,7	50,0	16,7	0,0	0,0	33,3
Indústria de móveis	6	16,7	16,7	16,7	33,3	16,7	33,3	16,7	16,7	33,3	50,0
Eletricidade	3	66,7	100,0	33,3	33,3	66,7	66,7	66,7	100,0	66,7	100,0
Biotecnologia	3	66,7	78,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	66,7	0,0	100,0
TOTAL	140	39,3	44,3	25,0	14,3	36,4	52,1	42,1	45,0	18,6	52,9

Fonte: Elaboração própria, a partir de MG Survey (2005).

A tabela IV mostra que o item “Troca informal de informação” aparece em primeiro lugar, com 52,9% das respostas das empresas. E, em segundo lugar, aparece “Pessoal contratado com graduação e pós-graduação” com 52,1%. O item “Publicações e relatórios”, por sua vez, é o terceiro canal de fluxo de informação (45,0%) mais importante, seguido de “Consultoria”, com 44,3%.

Três pontos merecem destaque: 1) o estágio de formação de um NSI imaturo pode explicar a importância de “Troca informal de informação”; 2) a importância de “Pessoal contratado com graduação e pós-graduação” no MG Survey reforça o papel das universidades em países com NSI imaturo, 3) esse papel é reforçado mais adiante com a comparação entre os papéis de “Intercâmbio temporário de pessoal”, 5,8% no CM Survey e 25,0% no MG Survey.⁷

A investigação da relevância das áreas do conhecimento para a inovação industrial é uma das maiores contribuições do Yale Survey para a Economia da Ciência. O CM Survey também pesquisou sobre o assunto, apresentando uma tabela com a “importância da pesquisa pública por áreas do conhecimento” agregadas por setor industrial (Cohen et al, 2002, p.11).

O MG Survey possui uma questão (número 9) cujo objetivo é investigar essa relação em Minas Gerais. Algumas modificações foram introduzidas: 1) áreas do conhecimento que estavam no Yale Survey, mas não no CM Survey foram incluídas, dada a estrutura industrial de Minas Gerais (Geologia, Metalurgia, Agronomia); 2) novas áreas do conhecimento foram incluídas, dadas as especificidades da economia brasileira (Medicina Veterinária, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Desenho Industrial, Engenharia Civil e Engenharia Mecânica). Os resultados estão na tabela A-I, apresentada no anexo.

⁷ O intercâmbio de pessoas envolve programas de estágio para alunos da graduação, um tópico que poderia ser melhor investigado sobre uma questão específica de treinamento.

A tabela A-I mostra uma coerência básica: Geociências, por exemplo, está indicada como importante por 50% dos entrevistados nas áreas de Mineração; Biologia é importante para mais de 50% dos entrevistados de Agricultura, Couro, Produtos Químicos (setor farmacêutico), Eletricidade e Biotecnologia⁸. Da mesma forma, Ciência e Tecnologia de Alimentos é importante para 84,2% dos entrevistados da indústria alimentícia. Em geral, a tabela A-I, mostra como uma economia diversificada precisa de uma infra-estrutura científica diversificada para suprir a inovação industrial.

A área do conhecimento “Engenharia de Materiais e Metalúrgica” é a área do conhecimento mais presente entre as respostas no MG *Survey* (35,0% dos entrevistados classificaram-na como ao menos moderadamente importante). A área do conhecimento mais importante no CM *Survey* é Ciências Materiais (42,6% dos entrevistados a classificaram-na como, pelo menos, moderadamente importante). Ainda no MG *Survey*, Engenharia Mecânica aparece em segundo lugar (30,0%), Engenharia Química é a terceira (29,3%) e Ciência da Computação a quarta (25,0%).

Cabe observar que existem diferenças quanto à importância da pesquisa pública agregada por áreas do conhecimento, provavelmente indicando uma natureza mais difusa da pesquisa pública num país com NSI maduro e um impacto mais concentrado (na relação entre setores industriais e áreas do conhecimento) no caso de um país com NSI imaturo. A Tabela A-I identifica ainda interações entre setores da CNAE e as áreas do conhecimento, mas isso são apenas indícios de interação.

O MG *Survey* inclui também uma adaptação dos *surveys* originais e investiga quais universidades e institutos de pesquisa que os entrevistados apontam como mais relevantes, por área do conhecimento (ou seja, que eles tenham classificado como 3 ou 4). O resultado mostra a UFMG sendo mencionada pelo menos uma vez por 61 firmas, seguido pela UFV (19 firmas) e a USP (14 firmas). O primeiro lugar entre as instituições públicas de pesquisa foi do ITAL e da EMBRAPA, com 5 firmas cada, seguida pelo CEFET com 4 firmas. Esses resultados mostram que a proximidade geográfica é importante, mas a qualidade das pesquisas (e/ou falta de recursos locais) pode levar a um fluxo de conhecimento intra-estadual.

No que diz respeito ao nível de formação dos entrevistados do MG *Survey*, destacavam-se 29 PhDs (20,7%), 46 mestres (32,9%), 59 pesquisadores com diploma universitário (42,1%) e 6 técnicos com nível de escolaridade de 2º grau (4,3%). É importante ressaltar que há uma relação entre as instituições onde o responsável pelas atividades de P&D estudou e as instituições mencionadas como mais relevantes em cada área do conhecimento: 46,8% dos entrevistados indicaram as instituições onde se formaram como importantes para aquela área.

Um exercício preliminar para investigação dos indícios de interação, tendo como referência um número arbitrário de pelo menos 5 firmas, classificando a área do conhecimento como importante, mostraria o seguinte resultado: 1) Bebidas e alimentos e Engenharia de Alimentos; 2) Mineração e Engenharia de Minas, 3) Mineração e Geociência, 4) Bebidas e alimentos e Agronomia, 5) Bebidas e Alimentos e Ciência e Tecnologia de Alimentos, 6) Indústria Química, Papel e Celulose e Biologia, 7) Indústria Química, Papel e Engenharia Química, 8) Indústria Química, Papel e Veterinária, 9) Metalurgia básica e Engenharia de Materiais e Metalúrgica, 10) Metalurgia Básica e Engenharia Química, 11) Máquinas e equipamentos e Engenharia Mecânica, 12) Material Elétrico e Engenharia Elétrica 13) Equipamentos Médicos e instrumentos de precisão e Ciência da Computação e 14) Equipamentos médicos e instrumentos de precisão e Engenharia Elétrica.

Os indícios de interação estão mais concentrados em setores de tecnologia baixa e média, refletindo a especialização de Minas Gerais no complexo industrial de metais e máquinas (mineração, ferro, aço e maquinaria) e no setor alimentício (com suas raízes no setor agropecuário). Isso demonstra uma presença limitada de setores de alta tecnologia como de Indústrias Químicas e de Instrumentos Precisos.

5 RESULTADOS DO DIRETÓRIO DO CNPQ: O PONTO DE VISTA DOS GRUPOS DE PESQUISA DAS UNIVERSIDADES

⁸ Para mais detalhes sobre a biotecnologia em MG, ver Souza Antunes (2001).

Na Tabela V, é apresentada a distribuição de grupos de pesquisa interativos de acordo com a instituição a qual eles pertencem (universidades e institutos de pesquisa). São apresentadas as instituições líderes de Minas Gerais, ordenadas por números de grupos interativos. A tabela também mostra importantes informações considerando a localização das firmas que interagem com cada universidade. Existem 178 firmas de Minas Gerais (56%) e 139 firmas de outros estados (44%).

Tabela V
Relação entre Universidades/Institutos de Pesquisa de Minas Gerais e Empresas: Total, Empresas localizadas dentro e fora de Minas Gerais, por Grupos com Interação e Empresas que interagem com esses grupos, Minas Gerais, 2005

Total de Empresas			Empresas em MG			Empresas de outros estados		
Instituição	Grupos	Empresas	Instituição	Grupos	Empresas	Instituição	Grupos	Empresas
UFMG	53	85	UFMG	48	61	UFV	23	45
UFV	33	88	UFV	26	43	UFMG	15	24
UFLA	15	36	UFLA	15	22	UFU	7	17
UFU	13	30	UFU	13	13	UFLA	6	14
UFJF	12	17	UFJF	11	13	Unifei	4	27
Puc Minas	9	15	Puc Minas	8	9	UFOP	3	3
UFOP	7	13	UFOP	7	10	UFJF	3	4
Cetec	4	8	Unifei	4	4	Puc Minas	3	6
Unifenas	4	4	Cetec	4	8	Cnen	2	2
Unifei	4	31	Epamig	4	5	Uniube	1	3
Epamig	4	6	Unifenas	3	3	Unifenas	1	1
Cnen	2	5	Fafeid	2	1	Funed	1	1
Uniube	2	6	Cefet/MG	2	3	Fiocruz	1	1
Cefet/MG	2	3	Uniube	2	3	Epamig	1	1
Outros	12	14	Outros	8	13	Embrapa	1	1
Total	176	317	Total	157	178	Total	72	139

Fonte: Elaboração própria, a partir de Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, 2005.

Considerando interações dentro do estado, UFMG, UFV e UFLA lideram. Righi (2005) informa as diferentes especializações dessas universidades. Os grupos mais interativos da UFMG são distribuídos em quatro áreas (Engenharia Civil e Mecânica, Ciências da Computação e Medicina Veterinária), enquanto os grupos da UFV e UFLA são predominantemente de agronomia, Engenharia Agrícola e Engenharia Florestal.

Considerando interações além das fronteiras do estado, o *ranking* é diferente: UFV, UFMG e UFU. As firmas são distribuídas entre os Estados brasileiros, com São Paulo liderando (49% dessas interações). Mais uma vez, diferentes padrões de especialização são identificados. Engenharia Florestal, Zootecnia e Agronomia são as áreas do conhecimento na UFV, Engenharia Elétrica e de Minas lideram no caso da UFMG e Engenharia Mecânica lidera na UFU.

Esses dados ajudarão a identificar um padrão de divisão do trabalho entre instituições de Minas Gerais. E essa divisão do trabalho ajudará a melhorar as capacidades gerais do estado e informar um *design* mais preciso de políticas públicas

A tabela A-II, mostrada no anexo, apresenta uma visão geral das interações entre os setores CNAE e as áreas do conhecimento, de acordo com o ponto de vista do grupo de pesquisa. Cada célula da tabela possuiu dois números (ngp/nf), que informam o número de grupos de pesquisa (ngp) de uma área do conhecimento e o número de firmas (nf) de determinado setor CNAE que apresentaram algum relacionamento. Uma firma e um grupo de pesquisa podem ser contados mais de uma vez numa célula (e então na linha total e na coluna total), visto que os mesmos podem interagir com mais de um grupo de pesquisa (ou firma).

Por um lado, as linhas do total informam os setores de atividade mais interativos. Ordenando os setores CNAE pelo número de firmas no total (o segundo número), a liderança é do setor de Eletricidade (32/430), sendo seguida pela de Fabricação de Produtos Químicos (27/37), Agricultura (24/36),

Metalurgia Básica (27/37) e Edição, Celulose e Papel (19/29). Esses números são relacionados com o número de firmas em cada setor CNAE. Outra informação importante é sobre o número de áreas do conhecimento com as quais cada setor interage: o setor de Eletricidade teve relacionamentos com 11 distintas áreas do conhecimento (excluindo ‘outros’), o de Fabricação de Produtos Químicos com 10 áreas do conhecimento, o de Agricultura com 5, de Metalurgia Básica com 8 e de Edição, Celulose e Papel com 6.

Por outro lado, as colunas do total informam as áreas do conhecimento mais interativas. Ordenando-as pelo número de grupos de pesquisa (o primeiro número), Agronomia lidera (48/65), seguida por Engenharia Mecânica (32/25), Engenharia Elétrica (26/43), Engenharia Florestal (26/36), Engenharia Civil (20/20) e Engenharia de Materiais e Metalúrgica (18/21). Considerando a influência das áreas do conhecimento nos setores CNAE, a área de Agronomia teve relacionamentos com 8 setores (excluindo ‘outros’); Engenharia Mecânica com 10, Engenharia Elétrica com 12, Engenharia Florestal com 7, Engenharia Civil com 6 e Engenharia de Materiais e Metalúrgica com 6.

Combinando linhas e colunas, as células mostram indícios de interação. Procurando por células com pelo menos 5 grupos de pesquisa interagindo com pelo menos 5 firmas (5/5), o resultado é o seguinte: Agricultura e Agronomia (15/20); Engenharia Elétrica e Eletricidade (8/20); Edição, Celulose e papel e Engenharia Florestal (8/15); Metalurgia Básica e Engenharia Mecânica (7/5); Publicações e papel e Agronomia (6/7) Agricultura e Engenharia Florestal (5/11) e Atividades de informática e relacionadas e Ciência da computação (5/7).⁹

Observa-se, portanto, que os indícios de interação são mais concentrados nos setores de baixa ou média tecnologia. Os dados reforçam a identificação da especialização de Minas Gerais no complexo mecânico industrial (Material de Transporte está incluído aqui) e destaca a Agricultura (e as áreas do conhecimento relacionadas), Edição, Celulose e Papel (e Engenharia Florestal como área do conhecimento).

6 COMPARANDO AS DUAS BASES DE DADOS

A complementaridade entre as duas bases de dados apresentadas é importante para investigar o papel das universidades e institutos públicos em países com NSI imaturos. O *MG Survey* pesquisa o olhar de firmas que fazem atividades de P&D em relação à importância que atribuem às universidades e o Diretório do CNPq captura o olhar das universidades nos relacionamentos com as firmas (que fazem ou não P&D).

Pelo lado das firmas (*MG Survey*), os entrevistados pertencem ao setor responsável pelas atividades de P&D das empresas. Eles avaliam quão útil a pesquisa universitária é para seu trabalho. Como mostrado na seção 4, universidades e institutos públicos são importantes tanto para a sugestão de novos projetos (40,7%) como para complementar projetos já existentes (55,7%) nas firmas.

Pelo lado das universidades (Diretório do CNPq), os respondentes são líderes dos grupos de pesquisa que tiveram algum relacionamento com empresas. Eles declaram a natureza dos relacionamentos estabelecidos entre o grupo de pesquisa e a empresa. Para esse artigo, a comparação dessas duas bases de dados informa as características específicas das firmas situadas na interseção (existem 32 firmas em comum nas duas bases de dados). Avaliar as firmas que não fazem P&D e que têm contatos com universidades é uma investigação relevante para um NSI imaturo, especialmente ao reunir informações sobre um possível papel substitutivo que as universidades têm ao P&D dessas firmas. O *MG Survey* apresenta um quadro das necessidades das firmas de Minas Gerais em relação às áreas do conhecimento e o Diretório do CNPq apresenta a contribuição potencial das universidades de Minas Gerais para as empresas em geral.

⁹ O baixo nível de interatividade das áreas do conhecimento relacionadas à saúde diz respeito ao nível de desagregação das áreas do conhecimento: existem 11 áreas do conhecimento relacionadas à saúde (envolvendo Bioquímica, Psicologia, Imunologia, Genética, Parasitologia, etc) que são agregados em “outros” na tabela VII. Numa tentativa de contornar esse problema, essas 11 áreas do conhecimento relacionadas à saúde são contadas juntas, e Medicina e Farmacologia são incluídas depois. O resultado são dois indícios de interação adicionais: 1) Química e suas 13 disciplinas relacionadas (8/13); Saúde e Biotecnologia e essas disciplinas relacionadas à saúde (9/9). Além disso, se Veterinária e Zootecnia forem contadas como uma só área do conhecimento, outra mancha aparece: Saúde e Biotecnologia e Veterinária e Zootecnia (6/8). Então, seriam 12 manchas de interação em vez de 9 como relatado nessa seção.

No MG *Survey*, 40 firmas citam pelo menos uma universidade fora de Minas Gerais na questão sobre a relevância das áreas do conhecimento. No Diretório do CNPq, 139 firmas de fora de Minas Gerais têm relacionamento com grupos de pesquisa de Minas Gerais.

Existem 32 firmas que realizam P&D em Minas Gerais em ambas as bases de dados.¹⁰ A Tabela VI apresenta dados coletados para essas 32 firmas, considerando a importância das fontes de informação (do MG *Survey*) e os tipos de relacionamento mais frequentes (do Diretório do CNPq).

Tabela VI
Firmas na interseção entre o MG *Survey* e o Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, por fontes de informação (MG *Survey*) e tipos de Relacionamento com Grupos de Pesquisa (CNPq) Minas Gerais, 2005

Fontes de Informação (MG <i>Survey</i>)	Nº de firmas que indicaram a fonte como importante	Tipos de relacionamento (Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq)	Nº de grupos de pesquisa
Projetos de P&D Cooperativos ou Conjuntos	22	Pesquisa científica com aplicação imediata	26
Consultoria (de universidades e pesquisadores)	21	Pesquisa científica sem aplicação imediata	17
Interação informal	20	Transferência de tecnologia do grupo para a firma	14
Encontros ou conferências	18	Treinamento	10
Contratações recentes	18	Desenvolvimento de Softwares	8
Contratos de Pesquisa de Universidades ou Institutos de Pesquisa	18	Consultoria	7
Publicações e Relatórios	18	Atividades de engenharia não-rotineiras	6
Programas de intercâmbio temporários	7	Outras relações	2
Tecnologia licenciada	7		
Patentes	5		
Total de Firmas	32	Total de Firmas	32

Fonte: Elaboração própria, a partir de Diretório do CNPq de Grupos de Pesquisa (2005) e MG *Survey* (2005).

Considerando o MG *Survey* como um todo, a Tabela VI indica fontes de informação mais formais: por um lado, “Troca informal de informações”, em primeiro lugar na tabela IV, cai para a terceira posição na Tabela VI. Por outro lado, pesquisa cooperativa, na quinta posição em todo o universo do MG *Survey*, passa para a primeira posição na interseção mostrada na Tabela VI.

Considerando o Diretório do CNPq, a principal mudança se verifica na segunda posição: pesquisa científica sem aplicação imediata ficou em segundo lugar na Tabela VI ao passo que para o conjunto de Minas Gerais aparece na terceira posição (ver RIGHI, 2005). Provavelmente esse é um indicador de mais pesquisas sofisticadas de longo prazo contratadas por essas firmas.

Em suma, essa interseção mostra que as interações entre as 32 firmas com as universidades são menos informais, mais cooperativas e enfatizam a pesquisa científica mesmo sem aplicação imediata. Além disto, essa interseção destaca o papel de um relacionamento de longo prazo entre as partes: treinamento.

Por meio da comparação entre as duas bases de dados, é possível, também, investigar as firmas que não fazem P&D e que indicam universidades como uma importante fonte de informação. No caso de Minas Gerais, isso pode ser realizado inicialmente excluindo-se a interseção entre as duas bases de dados das informações levantadas no Diretório do CNPq. Este procedimento resultou em 135 firmas que não fazem P&D, mas tiveram algum relacionamento com os grupos de pesquisa.

¹⁰ Essa interseção certamente é maior que essas 32 firmas, dados os problemas de subestimação no Diretório do CNPq. Ademais há firmas que fazem P&D e que se negaram a responder o questionário do MG *Survey*, embora estejam no Diretório do CNPq.

Existem duas diferenças essenciais no *ranking* dos tipos de relacionamento das firmas na interseção. Primeiro, a pesquisa científica sem aplicação imediata cai para a terceira posição. Segundo, consultoria pula para a quarta posição, alcançando treinamento e desenvolvimento de softwares.

Tabela VII
Tipos de relação declarados por Grupos de Pesquisa com firmas que não realizam P&D - Minas Gerais, 2005.

Tipos de Relação	Firmas
Pesquisas Científicas com aplicações imediatas	89
Transferência de tecnologia do grupo para a firma	73
Pesquisas Científicas sem aplicação imediata	33
Consultoria	30
Treinamento	23
Desenvolvimento de Softwares	12
Atividades de engenharia não-rotineiras	10
Total de Firmas	135

Fonte: Elaboração própria, a partir de Diretório do CNPq (2005) e MG Survey (2005).

Em suma: as firmas que não fazem P&D em Minas Gerais parecem valorizar pesquisas específicas com aplicação imediata (o que indica um papel substituto da pesquisa de universidades). O declínio de treinamento e a ascensão de consultoria sinalizam uma maior relação de curto prazo com universidades (universidades como solucionadoras de problemas).

6.1 Localizando os indícios de interação em Minas Gerais

As ferramentas de pesquisa sugeridas nesse artigo são úteis na identificação de conexões parciais percebidas em investigações prévias sobre países com NSI's imaturos. Elas identificam indícios de interação em Minas Gerais. Essa identificação é relativamente precisa e a comparação de questionários respondidos por grupos de pesquisa de universidades contribui para apontar onde estão os indícios de interação (setores CNAE e áreas do conhecimento), sumarizados nas tabelas V e VII. A combinação entre elas informa, por um lado, setores econômicos que interagem com diversas áreas do conhecimento e, por outro, lado as áreas do conhecimento que são mais interativas nas suas relações com P&D industrial. O *ranking* de áreas do conhecimento é diferente nessas tabelas. No caso de firmas (MG Survey) que avaliam as áreas do conhecimento, o *ranking* é: 1) Engenharia Metalúrgica e Materiais, 2) Engenharia Mecânica, 3) Engenharia Química, 4) Ciências da Computação. Pelo lado do Diretório do CNPq, as áreas do conhecimento mais relevantes foram: 1) Agronomia, 2) Engenharia Elétrica, 3) Engenharia Florestal, 4) Engenharia Mecânica.

Outra diferença é a posição de Medicina e Medicina Veterinária: elas estão mais próximas na Tabela A-I (11.4 e 13.6) do que na Tabela A-II (4/4 e 9/15). Uma diferença maior envolve Ciência e Tecnologia de Alimentos e Engenharia Civil: Ciência e Tecnologia de Alimentos está na frente na Tabela A-I (16.4 contra 10.0), mas está atrás na Tabela A-II (6/8 contra 20/20).

Essas diferenças podem ser explicadas pela inclusão das firmas que não fazem P&D e firmas localizadas fora de Minas Gerais e pela exclusão das universidades fora de Minas Gerais pelo Diretório do CNPq MG (base da Tabela A-II). Então, a Tabela A-I apresenta uma visão das necessidades das firmas de Minas Gerais em relação às áreas do conhecimento (que afetam outros estados) e a Tabela A-II apresenta a contribuição potencial das universidades mineiras para firmas em geral (que atraem firmas de outros estados).

Como uma introdução para políticas públicas, esses encontros e desencontros vão ajudar em sua construção: por um lado, reforçando áreas do conhecimento que são menos intensas em Minas Gerais e que tem demanda interna (Ciência e Tecnologia de Alimentos, por exemplo); por outro lado, incentivando firmas locais a aproveitarem as vantagens existentes nas especializações científicas locais (Agronomia e áreas de Engenharia).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa investigação sugere duas conclusões preliminares que são tentativas de respostas para questões discutidas na seção 1, sobre a natureza das interações em NSIs imaturos e sobre o papel das universidades nessas interações.

Indícios de interação resumizam a natureza das relações entre firmas e universidades em um NSI imaturo. Por um lado, indícios de interação mostram como e onde firmas e universidades interagem em NSI imaturos. Por outro lado, eles indicam sua natureza localizada. Apesar de localizados, os indícios de interação sugerem que universidades em NSI imaturos não devem ser vistas como “torres de marfim”.

Estes indícios de interação são profundamente relacionados com especializações científicas e tecnológicas locais. E por esta razão, os indícios de interação não devem ser subestimados, pois eles provavelmente contribuem para manter, mais ou menos constante, a distância entre os países mais desenvolvidos e os menos desenvolvidos: esses indícios de interação são relacionados ao “efeito rainha vermelha” - uma alusão metafórica ao clássico “Alice no País das Maravilhas”, de Lewis Carroll, que significa que os países devem ampliar a sua produção científica para, no mínimo, permanecerem no mesmo lugar.

De acordo com Furtado (1986), os indícios de interação são relacionados à heterogeneidade tecnológica que estruturalistas identificaram para caracterizar o subdesenvolvimento brasileiro.

Os indícios de interação apresentam questões para uma agenda de pesquisa sobre o papel das universidades em NSI imaturos. Esse artigo sugere que, além das funções tradicionais (fonte de informação, fornecimento de mão-de-obra especializada, treinamento, etc), universidades podem, considerando interações com as firmas, ter um *papel dual*: elas substituem e complementam a P&D das firmas.

O fraco envolvimento das firmas em atividades de P&D em NSI imaturo vis-à-vis NSI maduros pode explicar esse papel dual.¹¹ O papel substitutivo é claro no caso de firmas que não fazem P&D que contratam pesquisa universitária. Ele também é claro no caso de firmas que fazem P&D que contratam pesquisas que elas não podem fazer em seus laboratórios. O papel de complementação é claro no caso de firmas que utilizam recursos caros como equipamento de laboratório nas universidades e fazem algumas tarefas em seus próprios laboratórios. Essa capacidade de complementação pode ser atribuída ao papel da estrutura científica como uma “antena” para fontes internacionais de ciência e tecnologia e reforça o papel das universidades e institutos de pesquisa (importante para a maioria das firmas domésticas sofisticadas).

Nesse papel dual, é importante destacar que as universidades em NSI imaturos (mesmo em um estado como Minas Gerais) têm funções relacionadas à pesquisa que são típicas de universidades em países desenvolvidos. Em Minas Gerais, universidades são mais importantes como fontes de informação para a conclusão de projetos do que como fonte para a sugestão de novos projetos. Provavelmente, existe uma divisão de trabalho entre o papel substitutivo e o de complementação.

Um próximo passo adicional nesta agenda de pesquisa envolve investigar as firmas que não fazem P&D em Minas Gerais. É necessário construir um questionário específico para entender como essas firmas usam as universidades, investigando a conjectura do papel substitutivo das universidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. (2003) **Immature systems of innovation: introductory notes about a comparison between South Africa, India, Mexico and Brazil based on science and technology statistics**. Rio de Janeiro: First Globelics Conference (disponível em: www.globelics.org).

ALBUQUERQUE, E.; SILVA, L.; RAPINI, M.; SOUZA, S. (2005) **Interactions between firms and universities in an immature system of innovation: a survey of R&D-performer firms in Minas Gerais, Brazil**. Tshwane: Third Globelics Conference (disponível em: <http://www.globelics.org.za/papers/p0050/index.php>).

¹¹ Cohen et al (2002, p.14) encontraram indícios de que a “pesquisa pública é parcialmente substituída da P&D da própria firma”.

BARROS, F.A.F. Os Desequilíbrios Regionais da Produção Científica. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n.3, p.12-19, jul/set. 2000.

BERNARDES, A.; ALBUQUERQUE, E. Cross-over, thresholds and the interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. **Research Policy**, v. 32, n. 5, pp. 867-887, 2003.

BRANSCOMBS, L. M.; KODAMA, F.; FLORIDA, R. (eds.) **Industrializing Knowledge – University-Industry Linkages in Japan and the United States**. The MIT Press, 1999.

CARNEIRO, S. J., LOURENÇO, R. **Pós-graduação e pesquisa na universidade**. In: VIOTTI, E.; MACEDO, M. M. (orgs) Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Campinas: Editora Unicamp, 2003.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpq.br>>. Acesso em 05 de julho de 2005.

COHEN, W.; NELSON, R.; WALSH, J. Links and impacts: the influence of public R&D on industrial research. **Management Science**, v. 48, n. 1, pp. 1-23, 2002.

CONVERSE, J. M.; PRESSER, S. **Survey questions: handcrafting the standardized questionnaire**. Newbury Park/London: Sage Publications, 1986.

FREEMAN, C. **Technology and Economic Performance: Lessons from Japan**. London: Printer, 1987.

FURTADO, C. **Teoria e política do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Nova Cultural (2^a edição), 1986.

IBGE (2005) **Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2003 – PINTEC**. Rio de Janeiro: IBGE. (disponível em <http://www.pintec.ibge.gov.br/>).

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

LUNDEVALL, B. A. (1992) **National Systems of Innovation**. London: Printer Publishers, 1992.

MOWERY, D.; NELSON, R.; SAMPAT, B.; ZIEDONIS, A. **Ivory tower and industrial innovation: university-industry technology transfer before and after the Bayh-Dole Act**. Stanford: Stanford University, 2004.

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

NELSON, R. (1993) **National innovation systems: a comparative analysis**. New York, Oxford: Oxford University, 1993.

RAPINI, M. S. Interação universidade-empresa no Brasil: Evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Estudos Econômicos**, v.37, n.1, 2007, p.211-233.

RIGHI, H. **Interação universidade-empresa em Minas Gerais: uma análise exploratória a partir do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq**. Monografia de Graduação. Belo Horizonte: FACE-UFMG, 2005.

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

SILVA, L. **Padrões de interação entre ciência e tecnologia**. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG, 2003.

SOUZA, S.G.A. **Potencialidades da Biotecnologia**. Dissertação de Mestrado. Cedeplar. Belo Horizonte: novembro, 2001

VIOTTI, E.; BAESSA, A. KOELLER, P. **Perfil da inovação na indústria brasileira: uma comparação internacional**. In: NEGRI, J. A.; SALERNO, M. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA, pp. 653-687, 2005.

ANEXO

TABELA A-I

Importância da Pesquisa de Universidades e Institutos de pesquisa por Área do Conhecimento, 2005.

Setor Industrial	N	Agronomia	Ciência da computação	Ciência e Tecnologia de Alimentos	Biologia	Desenho Industrial	Engenharia Civil	Engenharia de Materiais e Metalúrgica	Engenharia de Minas	Engenharia Elétrica	Engenharia Mecânica	Engenharia Química	Física	Geociências	Matemática	Medicina	Veterinária	Química	
Porcentagem de respondentes que indicaram a pesquisa como “moderadamente” ou “muito importante”																			
Agricultura	5	80,0	60,0	20,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	40,0	0,0	40,0	0,0	
Mineração	10	20,0	30,0	0,0	0,0	20,0	20,0	80,0	90,0	30,0	40,0	40,0	20,0	50,0	20,0	10,0	0,0	20,0	
Indústria de alimentos	19	42,1	10,5	84,2	26,3	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	5,3	21,1	0,0	0,0	0,0	5,3	36,8	31,6	
Indústria têxtil, artigos do vestuário e couro	8	37,5	50,0	12,5	25,0	37,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25,0	25,0	25,0	12,5	0,0	12,5	0,0	37,5	
Indústria de papel e celulose e Indústria Química	21	14,3	14,3	14,3	57,1	28,6	9,5	23,8	4,8	4,8	23,8	42,9	9,5	4,8	4,8	33,3	42,9	38,1	
Indústria de borracha e plástico	5	0,0	40,0	40,0	0,0	80,0	0,0	20,0	0,0	20,0	20,0	80,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	40,0	
Produtos de mineral não metálicos	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	25,0	25,0	25,0	75,0	25,0	0,0	25,0	0,0	0,0	50,0	
Metalurgia básica	11	27,3	18,2	0,0	0,0	36,4	36,4	81,8	36,4	36,4	45,5	54,5	0,0	0,0	9,1	9,1	0,0	27,3	
Produtos de metal	8	0,0	12,5	0,0	0,0	25,0	12,5	50,0	0,0	0,0	37,5	25,0	12,5	0,0	12,5	0,0	0,0	25,0	
Máquinas e equipamentos	8	0,0	37,5	0,0	0,0	37,5	12,5	25,0	25,0	37,5	75,0	0,0	12,5	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	
Material elétrico, maq. elétrica e equip.	9	0,0	11,1	0,0	0,0	22,2	0,0	33,3	0,0	55,6	22,2	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Equip. eletrônico e de comunicação	3	0,0	100,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0	33,3	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	
Equip. médico e instrumentos de precisão	11	0,0	45,5	0,0	9,1	18,2	9,1	36,4	18,2	54,5	45,5	0,0	27,3	0,0	9,1	27,3	0,0	9,1	
Veículos Automotores	6	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	66,7	0,0	16,7	50,0	33,3	33,3	0,0	16,7	0,0	0,0	50,0	
Indústria de móveis	6	16,7	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	16,7	0,0	0,0	16,7	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Eletricidade	3	33,3	66,7	0,0	66,7	33,3	66,7	66,7	33,3	100,0	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7	0,0	33,3	33,3	
Biotecnologia	3	0,0	33,3	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	66,7	0,0	0,0	
TOTAL	140	17,9	25,0	16,4	20,7	22,9	10,0	35,0	15,0	22,1	30,0	29,3	12,1	6,4	10,7	11,4	13,6	23,6	

Fonte: Elaboração própria, a partir de MG Survey (2005).

TABELA A-II
Setores Industriais e Áreas do Conhecimento, por Grupos de Pesquisa e Empresas com Interação, Minas Gerais, 2005

Setor Industrial	Empresas (N)	Agronomia	Ciência da Computação	C&T de Alimentos	Ecologia	Eng. Agrícola	Eng. Civil	Eng. Mat. E Metal.	Eng. De Minas	Eng. Elétrica	Eng. Mecânica	Eng. Química	Farmácia	Farmacologia	Geociências	Medicina	Veterinária	Química	Eng. Florestal	Zootecnia	Outros	Total (1) Grupos/ Empresas
Agricultura	31	15/20	/	1/2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1/1	/	5/11	1/1	1/1	24/36
Mineração e Petróleo	16	3/3	/	1/1	1/1	/	2/2	1/1	1/3	1/1	/	1/1	/	/	3/3	/	/	1/1	3/1	/	/	18/18
Alimentos	24	3/8	/	2/3	/	/	/	/	/	1/1	/	2/3	/	/	/	/	2/7	/	1/1	1/1	2/2	14/26
Fabricação de produtos da madeira	4	/	/	/	/	/	1/1	/	/	1/1	/	/	/	/	/	/	/	/	2/2	/	/	4/4
Edição, Celulose e Papel	18	6/7	/	/	/	1/2	/	/	/	1/2	/	1/1	/	/	/	/	/	1/1	8/15	/	1/1	19/29
Refinamento de petróleo e combustíveis nucleares	9	1/7	/	/	1/1	/	/	/	/	1/1	1/1	1/1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5/11
Fab. Produtos químicos	32	4/6	/	/	/	/	1/1	/	/	/	1/1	2/2	3/3	2/6	/	1/1	2/2	4/4	/	1/4	6/7	27/37
Borracha/Plástico	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1/1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1/1	2/2
Produtos de Mineral não-metálicos	3	1/1	/	/	/	/	/	/	1/1	1/1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3/3
Metalurgia Básica	18	/	1/1	/	/	/	3/3	7/10	1/1	2/4	7/5	1/1	/	/	/	/	/	/	3/2	/	/	25/27
Fab. De produtos de metal	6	/	/	/	/	/	1/1	2/2	/	/	2/3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5/6
Máquinas e equipamentos	10	/	1/1	/	/	2/6	/	2/2	/	/	1/1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	6/10
Equip. de escritório, Maquinaria elétrica e eletrônica	5	/	1/1	/	/	/	/	1/1	/	2/2	1/1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5/5
Instrumentos de Precisão	6	/	2/2	/	/	1/1	/	/	/	1/2	/	/	/	/	/	/	1/1	/	/	/	/	5/6
Veículos automotores	4	/	/	/	/	/	/	1/1	/	/	7/8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	8/4
Móveis	3	/	/	/	/	/	1/1	/	/	1/1	/	/	/	/	/	/	1/1	/	/	/	/	3/3
Eletricidade	26	3/1	2/5	/	4/2	/	1/1	/	/	8/20	3/1	1/1	/	/	1/1	/	/	1/1	2/2	1/1	5/7	32/43
Atividades de informática e relacionadas	11	/	5/7	/	/	/	/	/	/	1/2	1/1	/	/	/	1/1	/	/	/	/	/	/	8/11
Saúde e Biotecnologia	10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	3/3	1/1	1/1	/	/	6/6	11/11
Outros (2)	79	12/12	4/4	2/2	3/2	8/8	10/10	4/4	2/4	5/5	7/7	3/3	1/1	/	3/3	/	1/2	1/1	2/2	5/6	9/10	82/86
Total (1) Grupos/Firmas	317	48/65	16/21	6/8	9/6	12/17	20/20	18/21	5/9	26/43	32/25	12/13	4/4	2/6	8/8	4/4	9/15	9/9	26/36	9/13	31/35	306/378

Fonte: Elaboração própria, a partir de Diretório do CNPq de Grupos de Pesquisa (2005).

(1) O total apresentado pode contar firmas e grupos de pesquisa mais de uma vez.