

O ponto de vista das empresas mineiras sobre a contribuição das universidades e institutos de pesquisa para as atividades de P&D

Catari Vilela Chaves¹
Soraia Schultz Martins Carvalho²
Leandro Alves Silva³
Tânia Cristina Teixeira⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar os indícios de interação das empresas mineiras com as universidades e institutos de pesquisa, sob o ponto de vista teórico do sistema nacional de inovação de países em desenvolvimento. Utiliza-se análise multivariada de *clusters*, mais especificamente, o método *Grade of Membership*, para agrupar as empresas com características semelhantes. Entre os principais resultados, observa-se os maiores indícios de interação entre as empresas pertencentes aos perfis um e dois, com destaque para as empresas do setor de fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel, seguido de extração de minerais metálicos e não-metálicos.

Palavras-chave: Sistema nacional de inovação, interação entre ciência e tecnologia, análise de *cluster*, pesquisa e desenvolvimento em Minas Gerais.

Sessão temática: Economia Mineira: E1 - Inovação e Desenvolvimento em Minas Gerais

1. Introdução

Este artigo procura discutir a contribuição das universidades e institutos de pesquisa para as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) das empresas de Minas Gerais, a partir do projeto piloto intitulado “MG Survey”, realizado em 2005.

Inicialmente, sob o ponto de vista teórico, o conceito de sistema nacional de inovação (NSI) é utilizado para organizar a discussão. Ainda que este conceito tenha sido desenvolvido para abordar a estrutura de países desenvolvidos, referência será feita ao NSI de países imaturos ou em desenvolvimento, como é o caso do Brasil.

Dialogando com o MG Survey, analisa-se o ponto de vista das empresas sobre os indícios de interações com as universidades e institutos de pesquisa. É importante ressaltar que se utiliza o conceito de “indícios de interação” porque a análise está focada no ponto de vista das empresas. Para verificar interações mais efetivas e sua intensidade, ter-se-ia de analisar as relações das universidades e institutos de pesquisa com as empresas, sob o ponto de vista dessas instituições, o que foge ao escopo deste artigo.

¹ Professora do Departamento de Economia da PUC Minas e pesquisadora do Grupo de Economia da Ciência e da Tecnologia do CEDEPLAR/UFMG.

² Pesquisadora do Grupo de Economia da Ciência e da Tecnologia do CEDEPLAR/UFMG.

³ Pesquisador do Grupo de Economia da Ciência e da Tecnologia do CEDEPLAR/UFMG.

⁴ Professora do Departamento de Economia da PUC Minas.

A seguir, através da análise de *clusters* adota-se uma tipologia de empresas que as classifica em três grandes grupos ou perfis. O primeiro e o segundo perfis agregam empresas que apresentam indícios mais fortes de interação com as universidades e institutos de pesquisa; o terceiro perfil agrupa empresas que apresentam indícios mais frágeis de interação com estas instituições.

Espera-se neste artigo apresentar algumas contribuições para a área de economia da ciência e tecnologia. Em primeiro lugar, identificar os setores industriais no estado de Minas Gerais que mais utilizaram os serviços das universidades e institutos de pesquisa. Em segundo lugar, avaliar quais os tipos de fontes de informação e disciplinas científicas consideradas mais importantes para as empresas. Finalmente, em terceiro lugar, avaliar os pontos fracos dos indícios de interação entre empresas com universidades e institutos de pesquisa.

Além da introdução, o artigo possui mais três seções. A segunda, descreve o referencial teórico. A terceira, aborda a metodologia e é subdividida em três itens: base de dados, modelo analítico e análise dos resultados. Finalmente, a quarta seção apresenta as principais conclusões do trabalho.

2. Fundamentos sobre as interações de empresas com universidades e institutos

Entender a interação entre empresas com universidades e institutos de pesquisa significa analisar a infra-estrutura científica e tecnológica de determinado país. A relação entre ciência e tecnologia é altamente interdependente e o fluxo de informações entre ambas é dinâmico. Supõe-se que essa relação de determinação recíproca esteja vinculada a estágios de desenvolvimento econômico. Por um lado, em países desenvolvidos supõe-se que o padrão de interação entre ciência, tecnologia e crescimento deva ser completo, denotando a existência de mecanismos de *feedback* entre as três esferas. Isso significa que a ciência determina e é determinada pela tecnologia e pelo crescimento econômico. Raciocínio análogo aplica-se à tecnologia e crescimento. Por outro lado, acredita-se que nos países em desenvolvimento o conjunto de interações esteja incompleto ou ainda em formação.

O conceito de sistema nacional de inovação (NSI) é utilizado para organizar a discussão teórica. Este envolve diversos componentes, como as firmas e seus departamentos de P&D, universidades e institutos de pesquisas, instituições de educação, sistema financeiro, setor governamental, etc., sendo os níveis de interações entre esses componentes vinculados aos estágios de desenvolvimento dos países.

Pode-se dizer então, que, em países onde existe um NSI maduro, as instituições de pesquisa são consolidadas e a interação com empresas acontece de forma mais natural e em maior intensidade. No entanto, em países onde o NSI é intermediário, as instituições de pesquisa estão construídas, porém não são capazes de atrair grande número de pesquisadores, engenheiros, cientistas, entre outros. Além disso, o envolvimento das empresas em atividades inovativas não é tão intenso. (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2008)

Na visão de Campos e Costa (1998, p.3), a relação entre os componentes do NSI é feita por meio de:

⇒ Fluxos financeiros advindos de fundos públicos e/ou privados;

- ⇒ Ligações legais e políticas como as regras de propriedade intelectual, determinação de modelos técnicos e políticas nacionais de promoção, geralmente coordenadas pelo estado;
- ⇒ Fluxos tecnológicos, científicos e de informação que direcionam o mercado nacional;
- ⇒ E por fim, fluxos sociais como o deslocamento de recursos humanos técnicos, que ocorre não só das universidades e institutos de pesquisa para as indústrias como também de empresas para empresas.

Em excelente contribuição para a área de economia da ciência e tecnologia, Rosenberg (1990) investiga os motivos que levam as firmas a investirem em pesquisa. Sua principal conclusão é de que as interações e *feedbacks* entre C&T são tão fortes que as firmas passam a investir em ciência básica como forma de participar de uma rede de informações mais ampla. Na verdade, a maneira que as firmas encontram de permanecerem ligadas a essa rede é realizando pesquisa. A pesquisa básica é fundamental para monitorar e avaliar o desenvolvimento científico e tecnológico realizado fora da firma. Ainda que parcela expressiva das pesquisas seja feita nas universidades, as firmas necessitam de uma equipe de pesquisadores internos para, no mínimo, absorverem o conhecimento gerado em outros centros.

O conhecimento produzido é posto na estante, não possui custos e é acessível a todos os entrantes, desde que já tenha sido produzido, dizem os economistas. Mas esse modelo é falho, porque freqüentemente se requer capacidade de pesquisa substancial para entender, interpretar e avaliar o conhecimento que foi colocado na estante. (ROSENBERG, 1990, p. 171)

Klevorick et al. (1995) investigam o papel da ciência na determinação de oportunidades tecnológicas para o setor industrial. Entre 1983-84, pesquisadores da Universidade de *Yale* encontraram resultados interessantes sobre a relação entre C&T, dando suporte à hipótese de que o conhecimento influencia e impulsiona o progresso tecnológico.

Presume-se que as empresas que realizam atividades de P&D sejam, geralmente, as que mais interagem com universidades e institutos de pesquisa, mesmo em países onde a relação entre estas instituições é incompleta ou em formação. Desta maneira, estabelecer padrões de interação entre essas instituições significa verificar a intensidade deste tipo de interação em diversos setores da economia. Bem como, os resultados advindos da interação, tais como patentes, artigos científicos, entre outros, que resultam em crescimento econômico.

Por esse motivo, a interação entre universidades e institutos de pesquisa com empresas tem sido estudada ao longo dos últimos anos. Esta interação é específica e depende da infra-estrutura de C&T do país. (RAPINI et al., 2006). Portanto, mostrar como se dá a relação entre universidades e empresas no Brasil, mais especificamente em Minas Gerais, significa visualizar a relação existente entre C&T em um NSI imaturo, como é o caso do Brasil. (ALBUQUERQUE, 2003).

Desta forma, para entender a relação existente entre C&T, é necessário apresentar a importância das universidades e institutos de pesquisa para NSI's imaturos. Posteriormente, verificar como essa relação acontece no estado de Minas Gerais. Então, será possível estabelecer padrões de interação entre universidades e institutos de pesquisa com empresas no NSI de Minas Gerais.

2.1 O papel da ciência em NSI's imaturos

A interação entre universidades-institutos de pesquisa com empresas, instituições pertencentes ao NSI, é considerada fundamental e expressa a relação entre ciência e tecnologia. As universidades e os institutos de pesquisa representam um dos lados da relação entre C&T, o lado científico. Para Albuquerque et al. (2006), essa relação tem mão-dupla, isto é, muitas vezes, a ciência lidera; outras, segue a inovação industrial. Como a relação entre C&T está ligada a estágios de desenvolvimento, pode-se dizer que quando um setor industrial é pouco motivado a inovar, torna-se um fator limitador ao desenvolvimento científico e, conseqüentemente, tecnológico do país.

Póvoa (2008) mostra que alguns trabalhos que relatam experiências recentes de *catching-up* tecnológico, sugerem que as pesquisas realizadas nas universidades e em institutos públicos de pesquisa são capazes de gerar importantes contribuições para o desenvolvimento econômico de um país, especialmente no que se refere ao acompanhamento e aprendizado de novas tecnologias.

No entanto, Suzigan e Albuquerque (2008) mostram que, no Brasil, havia um padrão tecnológico dominante que demandava pouco do sistema científico e universitário. Desde sua criação, até os anos 1960-1970, as universidades permaneceram apenas como instituições de ensino. Posteriormente, quando foram implantados programas de pós-graduação, as universidades passaram a ter as funções de ensino e pesquisa.

Atualmente, diversas são as funções das universidades e institutos de pesquisa para um NSI imaturo. Entre elas, Albuquerque et al. (2006) apresentam as principais:

- a) Formação de recursos humanos:
 - ⇒ Técnico / mão de obra em geral;
 - ⇒ Especializados em P&D
- b) Formação de recursos humanos capazes de criar novas empresas, principalmente em novas áreas tecnológicas (*spin-offs*):
 - ⇒ Uma forma para renovar/atualizar a base tecnológica de determinado país.
- c) Geração de conhecimento:
 - ⇒ São capazes de gerar *spillovers*, que serão utilizados por empresas onde existe capacidade de absorção anteriormente construída;
 - ⇒ São capazes de gerar inovações tecnológicas próprias
- d) Interação com empresas (Ciência ↔ Tecnologia):
 - ⇒ Tornam-se fonte de informação para desenvolver novos produtos e/ou novos processos;
 - ⇒ Tornam-se fonte de informação para contribuir na conclusão de projetos já existentes;
 - ⇒ Utilizam o conhecimento tecnológico disponível para tratar novas questões científicas.
- e) meio para absorção do conhecimento produzido em centros mais avançados
 - ⇒ Papel específico de países pertencentes à periferia capitalista.

Nos países em desenvolvimento, durante o processo de *catching-up*, as universidades e os institutos de pesquisa funcionam como um instrumento de focalização que contribui para a identificação de oportunidades tecnológicas, como provedores de conhecimento necessário para o desenvolvimento industrial e, por fim, como fornecedores de soluções que não seriam facilmente obtidas em outros países.

Portanto, entre outras funções, as universidades e institutos de pesquisa “atuam como formadores de cientistas e engenheiros e como fontes de conhecimentos científicos e

de pesquisa que fornecem técnicas úteis para o desenvolvimento tecnológico”. (PÓVOA, 2008, p. 17). No entanto, a relação entre C&T não segue apenas o sentido ciência → tecnologia. A tecnologia, na visão de Nelson e Rosenberg (1993) exerce também grande influência na pesquisa científica.

2.3 O papel da tecnologia em NSI's imaturos

As empresas, segundo Silva (2003), constituem o elemento central de um sistema de inovação. Nos países em desenvolvimento, com NSI imaturos, a atuação das empresas apresenta dois aspectos principais. O primeiro deles mostra que grandes empresas servem como um mecanismo de transferência de tecnologia para as empresas nacionais. Ou seja, grandes grupos empresariais (multinacionais) ao se instalarem em países menos desenvolvidos, transmitem, mesmo que de forma incompleta, o conhecimento e a técnica indispensáveis para suas atividades. O segundo aspecto diz respeito à permanência das empresas multinacionais no país. As vantagens advindas da presença dessas multinacionais decrescem ao longo do tempo. Portanto, as empresas nacionais devem desenvolver-se, adquirir maturidade tecnológica a fim de serem capazes de competir com as multinacionais.

Nos NSI's, as empresas não só atuam como introdutoras de novas técnicas, mas também como usuárias de inovações introduzidas por outras empresas, por universidades e institutos de pesquisa. (SILVA, 2003). Na visão de Gonçalves e Gávio (2002), a difusão do conhecimento adquirido pelas empresas pode acontecer de várias maneiras. Entre elas destacam-se: as inter-relações entre fornecedores e clientes e produtores e usuários de equipamentos; colaboração tanto formal quanto informal e outras ligações entre firmas de diversos setores, bem como mobilidade de recursos humanos especializados entre firmas e, por fim, surgimento de novas empresas, como *spin-offs* de empresas já existentes, universidades e laboratórios de pesquisas.

A transferência de conhecimento poderá ocorrer mais intensamente e de várias maneiras se a relação entre empresas e universidades e institutos de pesquisa, estiver estabelecida. Destacam-se as principais formas de transferência de conhecimento: de universidades para empresas, de institutos de pesquisa para empresas e até mesmo de empresas para outras empresas do mesmo setor ou de outro setor. Deste modo, é possível dizer que a relação entre ciência e tecnologia está ocorrendo.

Para verificar como esta relação ocorre no estado de Minas Gerais, na próxima seção, serão estabelecidos padrões de interação entre universidades e institutos de pesquisa com empresas mineiras. Estas serão agrupadas em perfis por apresentarem características semelhantes. Posteriormente, os resultados, sob o ponto de vista das empresas do estado, serão analisados e os indícios de interação serão evidenciados.

3. Metodologia

3.1 Base de dados: o MG Survey

A base de dados que subsidia este artigo foi elaborada pelo Grupo de Economia da Ciência e da Tecnologia do Cedeplar-UFMG. O *survey* é intitulado “Pesquisa sobre interação entre universidades e empresas: o ponto de vista das empresas de Minas Gerais que investem em P&D” (doravante, *MG Survey*) (ALBUQUERQUE et al., 2006).

Trata-se da tabulação de informações obtidas junto a empresas de Minas Gerais através da aplicação de um questionário que as interpelava sobre suas atividades de P&D, a localização destas atividades, as suas principais fontes de informação e seu relacionamento com as universidades e institutos de pesquisa (independente da sua localização). Esse questionário foi fundamentado no *Yale Survey* (KLEVORICK et al., 1995) e no *Carnegie Mellon* (COHEN et al., 2002). Porém, a estrutura do questionário para as empresas mineiras foi adaptada para captar as características de um sistema de inovação imaturo, como é o caso do NSI brasileiro (RAPINI et al., 2006).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC, 2003), em Minas Gerais, 180 empresas realizavam atividades sistemáticas de pesquisa e desenvolvimento. Portanto, estas seriam as empresas que deveriam ser entrevistadas. Como esta informação na PINTEC é sigilosa, a equipe do *MG Survey* passou a contatar um grupo de 339 empresas pré-selecionadas pelo próprio grupo para averiguar se elas faziam ou não P&D sistemático. Cerca de 100 empresas foram excluídas por não possuírem departamento de P&D em Minas Gerais ou por realizarem atividades descontínuas de P&D. Outras 70 empresas não responderam o questionário. Dos 169 questionários restantes, 29 foram excluídos, pois eram firmas com menos de 10 empregados ou firmas de setores fora do alvo da pesquisa, por exemplo, serviços, construção, etc (RAPINI et al., 2006). Conta-se, portanto, com as respostas de 140 empresas localizadas em Minas Gerais que declararam realizar P&D sistemático. Os questionários foram aplicados em 2005.

No presente artigo, analisa-se um conjunto de 62,3 variáveis (descritas no Anexo 1), agregadas em quatro grandes grupos, classificados de acordo com a estrutura do questionário, sumarizada a seguir:

1. O primeiro grupo refere-se à caracterização das empresas em termos de número de empregados e origem do capital;
2. O segundo refere-se à existência e localização das atividades de P&D;
3. O terceiro, às fontes de informação utilizadas pelas empresas para:
 - 3.1 Conclusão de projetos já existentes e/ou sugestão de novos projetos;
 - 3.2 Fontes de informação externas (no caso, atividades de P&D e atividades inovativas⁵ de outras empresas do mesmo setor) para projetos relevantes recentemente concluídos pela empresa;
 - 3.3 Fontes de informação externas (no caso, atividades de P&D e atividades inovativas de universidades e institutos de pesquisa) para projetos relevantes recentemente concluídos pela empresa;
 - 3.4 Fontes de informação externas (no caso, recursos e produtos de universidades e institutos de pesquisa) para os projetos de P&D da empresa;
4. O quarto grupo refere-se às pesquisas das universidades e institutos de pesquisa das áreas científicas e de engenharia consideradas importantes para as atividades de P&D das empresas⁶.

⁵ A definição geral de atividade inovativa utilizada no questionário do *MG Survey* é: “atividades representativas dos esforços da empresa voltados para a melhoria do seu acervo tecnológico e, conseqüentemente, para o desenvolvimento e a implantação de produtos e processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados” (PINTEC, 2003).

⁶ Ver apêndice para descrição detalhada das variáveis que compõem os grandes grupos.

3.2 O modelo Grade of Membership (GoM)

O modelo proposto neste artigo tem como referência a pesquisa *MG Survey 2005*. Tentar-se-á criar uma tipologia de empresas com características semelhantes, em termos dos quatro grandes grupos delineados a partir do questionário do *Survey*.

O objetivo da análise de *cluster* é agrupar vários objetos em classes, de forma que objetos similares fiquem na mesma classe. No entanto, a hipótese fundamental é que o conjunto de informações ora apresentado possui imprecisões. Essas são resultantes da ausência de fronteiras bem definidas entre os quatro grandes grupos relativos à: 1 - caracterização da empresa; 2 - existência e localização de atividades de P&D; 3 - fontes de informação; 4 - áreas científicas e de engenharia. Dessa maneira, a utilização da “(...) teoria dos conjuntos nebulosos pode fornecer resultados mais consistentes” (SIMÕES, 2003).

Para criar uma tipologia de empresas com características semelhantes será utilizado o método *Grade of Membership* (doravante, GoM), baseado na teoria dos conjuntos nebulosos.

De acordo com Manton et al. (1994), existem cinco pressupostos básicos para a estimação dos parâmetros do modelo GoM:

- 1) as variáveis aleatórias, representadas por Y_{ijl} , são independentes para diferentes valores de i .⁷ Esse pressuposto significa que as respostas dos diferentes indivíduos (no caso deste trabalho, empresas) são independentes;
- 2) Os valores de g_{ik} , $k = 1, 2, \dots, k$, são realizações das componentes do vetor aleatório $\xi_i = (\xi_{i1}, \xi_{i2}, \dots, \xi_{ik})$ com função de distribuição $H(x) = \Pr(\xi_i \leq x)$. Segundo esse pressuposto, os escores de pertinência (g_{ik}) são realizações de variáveis aleatórias quando um indivíduo é selecionado da população;
- 3) Se o grau de pertinência é conhecido, as respostas de cada indivíduo i para as várias questões (Y_{ijl}) são independentes para as categorias de cada variável;
- 4) A probabilidade de resposta l , para a j -ésima questão, pelo indivíduo com o k -ésimo perfil extremo, é λ_{kjl} . De acordo com esse pressuposto, há pelo menos um indivíduo que é membro bem definido do k -ésimo perfil. Esse pressuposto fornece a probabilidade de resposta, por esse indivíduo, para os vários níveis de cada questão. Formalmente, λ_{kjl} está sujeito a duas restrições:

$$\lambda_{kjl} \geq 0 \quad \forall k, j \in l$$

$$\sum_{l=1}^{L_j} \lambda_{kjl} = 1 \quad \forall k \in j$$

- 5) A probabilidade de uma resposta l , para a j -ésima questão, pelo indivíduo i , condicional aos escores g_{ik} , é dada por:

$$\Pr(Y_{ijl} = 1) = \sum_{k=1}^K g_{ik} * \lambda_{kjl}$$

⁷ O subscrito i refere-se às empresas; j refere-se às variáveis; l refere-se às respostas para cada variável e k representa o número de perfis extremos.

A partir dos cinco pressupostos, pode-se formular o modelo de máxima verossimilhança, cuja equação é dada por:⁸

$$L(y) = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J \prod_{l=1}^{L_j} \left(\sum_{k=1}^K g_{ik} * \lambda_{kjl} \right)^{y_{ijl}}$$

Segundo Sawyer et al. (2004), os graus de pertinência dos indivíduos formam os conjuntos nebulosos. Quanto maior o número de variáveis, mais bem definido fica o conjunto. Essa observação é importante para justificar a utilização do método GoM. Neste artigo serão analisadas sessenta e duas variáveis para estabelecer padrões de interação entre universidades-institutos de pesquisa e empresas em Minas Gerais. Na próxima seção, serão apresentados os resultados dos perfis extremos com a tipologia dos padrões de interação.

3.3 Resultados

Seguindo orientação da literatura (SAWYER et al., 2000; CERQUEIRA, 2004; ANDRADE, 2001), foram definidos três perfis extremos para a construção da tipologia de empresas em relação aos padrões de interação, tendo sido satisfatórios e, principalmente, consistentes os resultados do agrupamento. Algumas empresas possuem características que as aproximam de um determinado perfil e outras se aproximam de mais de um perfil. Por isso, as empresas foram classificadas de acordo com o conceito de predominância das características do(s) perfil(s) ao(s) qual(is) pertençam. Segundo Sawyer et al. (2004, p. 8), “a predominância das características de um perfil será definida por expressões que descrevam a combinação dos graus de pertinência dos indivíduos”. Considerou-se que uma empresa possui as características do perfil extremo 1 se:

$$a) g_{i1} \geq 0,80$$

$$b) \{0,60 \leq g_{i1} < 0,80\} \cap \{g_{i2} < 0,20\} \cap \{g_{i3} < 0,20\}$$

A expressão *booleana* (a) refere-se às empresas que possuem no mínimo 80% das características do perfil 1. A expressão (b) identifica aquelas que possuem 60% a 80% das características do perfil 1 e menos de 20% das características dos demais perfis, sendo clara a predominância do perfil 1. Neste artigo, para caracterizar a predominância de um perfil, a empresa deve possuir, no mínimo, 60% de suas características.

Como exemplo de empresa pertencente a um perfil misto com predominância, tem-se a seguinte expressão *booleana*:

$$a) \{0,60 \leq g_{i1} < 0,80\} \cap \{0,20 \leq g_{i2} < 0,40\} \cap \{g_{i3} < 0,20\}$$

A empresa possui as características dos perfis extremos 1 e 2, com predominância do perfil extremo 1 (PM 12). Naturalmente, há também os casos mistos dos perfis 1 e 2 com predominância de perfil 2 (PM 21)⁹ e assim sucessivamente. Foram considerados

⁸ Para maiores detalhes sobre a estimação dos parâmetros do modelo GoM, ver Cerqueira, 2004, p. 62-65.

⁹ A expressão *booleana* para esse caso seria:

$$\{0,60 \leq g_{i2} < 0,80\} \cap \{0,20 \leq g_{i1} < 0,40\} \cap \{g_{i3} < 0,20\}$$

perfis mistos sem predomínio as empresas com características de mais de um perfil extremo, mas sem predomínio explícito de nenhum deles.

TABELA 1
Frequências absoluta e relativa dos perfis
extremos e mistos das empresas - 2005

Perfil	Predominância	Frequência	
		Absoluta	Relativa (%)
Perfil 1	P1	21	48,83
	MP13	9	20,93
	MP12	13	30,24
	Subtotal	43	30,72
Perfil 2	P2	22	53,66
	MP23	8	19,51
	MP21	11	26,83
	Subtotal	41	29,28
Perfil 3	P3	28	57,14
	MP31	12	24,49
	MP32	9	18,37
	Subtotal	49	35,00
Misto sem predomínio		7	5,00
Total		140	100

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

As empresas que compõem o perfil extremo 3 e os perfis mistos com predominância do perfil 3 são as mais frequentes na amostra (35,00%). As empresas pertencentes ao perfil extremo 1 e derivados, classificam-se em segundo lugar em termos da frequência (30,72%). As empresas que formam o perfil extremo 2 e seus derivados ficam em terceiro lugar quanto à frequência (29,28%). Finalmente, as empresas mistas sem predomínio possuem a menor frequência (5,00%).

O algoritmo do GoM fornece a estimativa de λ_{kjl} (que é a probabilidade de resposta l , para a variável j , do perfil extremo k); dos escores de pertinência g_{ik} do indivíduo i (no caso deste artigo, empresa) pertencente ao perfil k ; e as frequências absoluta e relativa da amostra total. As características de cada perfil foram obtidas comparando-se a razão entre os valores de λ_{kjl} de cada perfil com a frequência relativa da amostra para cada categoria de resposta. Se o valor de λ_{kjl} for cerca de 20% superior ao da frequência relativa,¹⁰ considera-se que aquela categoria de resposta é característica do perfil; caso contrário, não há discriminação entre o perfil e a amostra. Foi também considerada característica do perfil a categoria que tivesse λ_{kjl} igual a 1.

A tabela 1 do apêndice ilustra as principais características dos três perfis extremos. A partir dessas características, pode-se descrever cada um dos perfis extremos gerados a partir do GoM. Para cada perfil extremo, será apresentado um “padrão” de interação entre universidades e institutos de pesquisa com as empresas de Minas Gerais. No entanto, neste

¹⁰ Isso significa que, se a razão entre λ_{kjl} e a frequência relativa da amostra for superior a 1,20, a categoria de resposta discrimina o perfil extremo da amostra. Portanto, o valor da constante para efeito de comparação entre o perfil e a amostra é de 20%.

artigo, a utilização da análise de cluster, mais especificamente de conjuntos nebulosos, não permite que seja verificada a intensidade da interação. Desta maneira, serão considerados os indícios de interação, ou seja, quando os resultados apontarem para fontes de informação externas (de universidades e institutos de pesquisa) moderadamente ou muito importantes.

3.3.1 Descrição e análise dos resultados do perfil extremo 1

As principais características das 21 empresas que pertencem ao perfil extremo 1 (P1) são discriminadas a seguir:

1. Caracterização da empresa. O perfil extremo 1 possui empresas pequenas, médias e grandes, cuja origem do capital é nacional.
2. Existência e localização das atividades de P&D. Neste grupo, as empresas possuem departamento formal de P&D e não existem outras unidades da empresa que realizam atividades de P&D.
3. Fontes de informação utilizadas pelas empresas.
 - 3.1 Conclusão de projetos já existentes e/ou sugestão de novos projetos. Universidades, institutos de pesquisa, fornecedores independentes, concorrentes e publicações contribuem para concluir projetos já existentes. Para sugerir novos projetos, é relevante a contribuição de fornecedores (afiliados e independentes), universidades, institutos de pesquisa, linha de produção da própria firma, concorrentes e publicações. No entanto, fornecedores afiliados (parte do grupo empresarial), atividades cooperativas ou *joint ventures*, clientes e firmas de consultoria não contribuem para a conclusão de projetos já existentes nas empresas. As atividades cooperativas ou *joint ventures*, os clientes e as firmas de consultoria não exerceram importância para sugerir novos projetos para as empresas.
 - 3.2 Fontes de informação externas (no caso, atividades de P&D e atividades inovativas de outras empresas do mesmo setor) para projetos relevantes recentemente concluídos pela empresa. Foram consideradas muito importantes as seguintes fontes de informação: patentes, conferências públicas e encontros, troca informal de informação, pesquisa contratada de outras firmas e associações de classe/sindicatos empresariais, de outras empresas do mesmo setor. Com importância moderada ou elevada, foram avaliadas as seguintes fontes de informação: publicações e relatórios e os produtos (por exemplo, engenharia reversa).
 - 3.3 Fontes de informação externas (no caso, atividades de P&D e atividades inovativas de universidades e institutos de pesquisa) para projetos relevantes recentemente concluídos pela empresa. Foram consideradas muito importantes as seguintes fontes de informação: patentes, conferências públicas e encontros, troca informal de informação, pessoal contratado com graduação ou pós-graduação, tecnologia licenciada e pesquisa contratada de universidades e institutos de pesquisa como fonte de informação, de universidades e institutos de pesquisa. As empresas avaliaram como moderadamente ou muito importantes as fontes de informação seguintes: publicações e relatórios, projetos de P&D conjuntos ou cooperativos e o intercâmbio temporário de pessoal.
 - 3.4 Fontes de informação externas (no caso, recursos e produtos de universidades e institutos de pesquisa) para os projetos de P&D da empresa. As empresas avaliaram como muito importante, para seus projetos de P&D, os seguintes recursos e

produtos advindos das universidades e dos institutos de pesquisa: protótipos, novas técnicas e instrumentos, laboratórios/metrologia. E avaliaram como moderadamente ou muito importantes os resultados de pesquisa.

4. Pesquisas das universidades e institutos de pesquisa nas áreas científicas e de engenharia consideradas importantes para as atividades de P&D das empresas. As pesquisas de universidades e institutos de pesquisa nas disciplinas científicas Agronomia, Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Medicina foram consideradas muito importantes para as atividades de P&D. Nas áreas científicas de Ciências Biológicas, Medicina Veterinária e Química as pesquisas foram avaliadas como moderadamente ou muito importantes.

TABELA 2: Setores de atividades das empresas pertencentes ao perfil extremo 1 (P1) – 2005

Setores de atividade	Número de empresas
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel	6
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	5
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	3
Biotecnologia	2
Fabricação de móveis e indústrias diversas	2
Extração de minerais metálicos e não-metálicos	1
Fabricação de máquinas e equipamentos	1
Metalurgia básica	1
Total	21

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

Neste perfil, pode-se dizer que a maioria das empresas pertence à indústria química, celulose, papel e produtos de papel (28,57% do total de empresas deste perfil). Em segundo lugar, em número de empresas, aparecem as empresas que fabricam produtos alimentícios e bebidas (23,81% do total). Em terceiro lugar, com 14,28%, aparecem as empresas que fabricam máquinas, aparelhos e materiais elétricos.

No perfil extremo 1, foram encontrados os maiores indícios de interação entre as empresas mineiras com universidades e institutos de pesquisa. Mesmo possuindo departamentos formais de P&D, a contribuição de universidades e institutos de pesquisa para as empresas pode ser considerada importante. Estes indícios podem ser observados na avaliação dada pelas empresas às universidades e aos institutos de pesquisa. Entre eles, destacam-se a contribuição destas instituições e das publicações para a conclusão de projetos já existentes e sugestão de novos projetos.

Além disso, quando verificadas as contribuições das universidades e institutos de pesquisa, estas instituições assumem, na visão das empresas, no mínimo importância moderada, para diversas fontes de informação que são utilizadas para as atividades de P&D das empresas. Raciocínio análogo acontece para os recursos/produtos advindos das universidades e institutos de pesquisa. Desta maneira, pode-se afirmar a existência de fortes indícios de interação.

Pode-se dizer que os indícios de interação nas empresas pertencentes à indústria química, celulose, papel e produtos de papel se devem ao histórico das ciências agrárias e da engenharia florestal no Brasil, como é apresentado por Suzigan e Albuquerque (2008). Esses autores mostram que, no início da década de 1930, o governo brasileiro lançou um programa de incentivos fiscais e financiamentos para a produção interna de celulose. Muitas empresas deram início a um programa de pesquisas que tinha como objetivo

principal a seleção de sementes de espécies vegetais mais apropriadas à produção de celulose. Para isso, as empresas mantinham laboratórios de pesquisa e áreas experimentais de plantio. “Esse foi o primeiro esforço coordenado de interação entre ciência-tecnologia para a produção de celulose (...)”. (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2008, p. 20).

Mais que isso, a atribuição de importância elevada, segundo a avaliação das empresas mineiras, às pesquisas de universidade e institutos de pesquisa nas disciplinas científicas e de engenharia relacionadas aos setores mencionados acima, ressaltam os fortes indícios de interação entre estas instituições.

3.3.2 Descrição e análise dos resultados do perfil extremo 2

As principais características das 22 empresas que pertencem ao perfil extremo 2 (P2) são discriminadas a seguir:

1. Caracterização da empresa. O perfil extremo 2 possui empresas de médio e grande porte, cuja origem do capital é estrangeira.
2. Existência e localização das atividades de P&D. Neste grupo, as empresas entrevistadas possuem departamento formal de P&D e outras unidades das empresas também desenvolvem atividades de P&D.
3. Fontes de informação utilizadas pelas empresas.
 - 3.1. Conclusão de projetos já existentes e/ou sugestão de novos projetos: Fornecedores afiliados, atividades cooperativas ou *joint ventures*, clientes, firmas de consultoria e linha de produção da própria firma contribuem como fonte de informação para concluir projetos já existentes na empresa. No entanto, concorrentes e publicações não assumiram importância para a conclusão de projetos já existentes. No que diz respeito à sugestão de novos projetos para as empresas, pode-se dizer que são consideradas importantes fontes de informação: as atividades cooperativas ou *joint ventures*, os clientes, a linha de produção da própria firma e as firmas de consultoria. Porém, fornecedores (afiliados e independentes), universidades e institutos de pesquisa, publicações e concorrentes não foram considerados relevantes para a sugestão de novos projetos.
 - 3.2. Fontes de informação externas (no caso, atividades de P&D e atividades inovativas de outras empresas do mesmo setor) para projetos relevantes recentemente concluídos pela empresa. As conferências públicas, os encontros e a troca informal de informações foram avaliados pelas empresas como moderadamente importantes. Com importância intermediária, ou seja, pouca ou moderada importância, foram classificadas as seguintes fontes de informação: patentes, publicações e relatórios, pessoal técnico recentemente contratado, produtos (por exemplo, engenharia reversa) e associações de classe/sindicatos empresariais. Assumiram importância intermediária ou elevada importância as seguintes fontes de informação: Tecnologia licenciada, projetos de P&D conjuntos ou cooperativos e pesquisa contratada de outras firmas.
 - 3.3. Fontes de informação externas (no caso, atividades de P&D e atividades inovativas de universidades e institutos de pesquisa) para projetos relevantes recentemente concluídos pela empresa. A contribuição de universidades e dos institutos de pesquisa na forma de patentes, publicações, conferências públicas e encontros, troca informal de informação, pessoal contratado com graduação ou pós-graduação, tecnologia licenciada, projetos de P&D conjuntos ou cooperativos, pesquisa

contratada de universidades e institutos de pesquisa e o intercâmbio temporário de pessoal foi avaliada como fonte de informação de importância intermediária.

- 3.4. Fontes de informação externas (no caso, recursos e produtos de universidades e institutos de pesquisa) para os projetos de P&D da empresa. Os recursos e produtos advindos de universidades e institutos de pesquisa que assumiram importância intermediária foram: os resultados de pesquisa, os protótipos, as novas técnicas/instrumentos e os laboratórios/metrologia.
4. Pesquisas das universidades e institutos de pesquisa nas áreas científicas e de engenharia consideradas importantes para as atividades de P&D das empresas. As pesquisas de universidades e institutos de pesquisa nas disciplinas científicas Agronomia, Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Desenho Industrial, Engenharias Civil, de Materiais e Metalúrgica, e de Minas, Física e Medicina foram consideradas com importância intermediária para as atividades de P&D das empresas pertencentes a este perfil. Nas áreas científicas de Ciência da Computação, Engenharias Elétrica, Mecânica e Química, Geociências, Matemática e Química, as pesquisas foram avaliadas com importância intermediária ou elevada.

TABELA 3: Setores de atividades das empresas pertencentes ao perfil extremo 2 (P2) – 2005

Setores de atividade	Número de empresas
Extração de minerais metálicos e não-metálicos	5
Metalurgia básica	4
Fabricação de artigos de borracha e plástico	4
Eletricidade, gás e água quente	1
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	1
Fabricação de máquinas e equipamentos	1
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	1
Fabricação de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos	1
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	1
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel	1
Produtos têxteis, vestuário e acessórios, couro, artigos de viagem e calçados	1
Total	22

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

Neste perfil, a maioria das empresas tem atividades ligadas à extração de minerais metálicos e não-metálicos (22,52% do total de empresas deste perfil). Em segundo lugar, em termos de número de empresas, aparecem as empresas de metalurgia básica e as de fabricação de artigos de borracha e plástico (18,18% do total, cada uma).

No perfil extremo 2, foram encontrados alguns indícios de interação entre as empresas mineiras com universidades e institutos de pesquisa. No entanto, os indícios de interação são menos intensos comparativamente a aqueles apresentados para o perfil extremo 1. A contribuição de universidades e institutos de pesquisa para as empresas pertencentes a este perfil, seja para sugerir novos projetos ou para concluir projetos já existentes, é avaliada com importância intermediária, ou seja, pouco ou moderadamente importante.

Ainda mais, quando verificadas as contribuições das universidades e institutos de pesquisa como fontes de informação para as atividades de P&D, estas instituições assumem, na visão das empresas, importância intermediária. Raciocínio análogo acontece para os recursos/produtos advindos das universidades e institutos de pesquisa. Desta maneira, pode-se afirmar a existência de indícios de interação.

Pode-se dizer que os indícios de interação, mesmo menos intensos, nas empresas pertencentes à extração de minerais metálicos e não metálicos e à metalurgia básica se devem ao histórico da mineração, engenharia de materiais e metalurgia em Minas Gerais, como é apresentado por Suzigan e Albuquerque (2008). Esses autores mostram que a criação da Escola de Minas de Ouro Preto foi fundamental para o início das pesquisas nestas áreas. O departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da UFMG também assumiu grande importância para o histórico de interação neste setor. Em 1973, pesquisadores do departamento propuseram, a algumas empresas do setor, a colaboração que tinha como objetivo encontrar e solucionar problemas relativos à metalurgia e mineração. A partir dessa colaboração, financiada pela Finep, programas cooperativos de pós-graduação entre a universidade e as empresas foram criados. Desses programas, “várias das teses e dissertações defendidas contribuíram com importantes conhecimentos motivados pela busca de solução para problemas concretos das empresas, e geraram patentes e inovações tecnológicas de processos e de produtos”. (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2008, p. 21).

Além disso, a atribuição de importância intermediária dada pelas empresas às pesquisas de universidade e institutos de pesquisa nas disciplinas científicas e de engenharia relacionadas aos setores mencionados acima, ressaltam a interação entre estas instituições.

3.3.3 Descrição e análise dos resultados do perfil extremo 3

1. Caracterização da empresa. O perfil extremo 3 possui empresas de médio porte, cuja origem do capital é estrangeira ou não informada.
2. Existência e localização das atividades de P&D. Neste grupo, as empresas entrevistadas não possuem departamento formal de P&D e não há outras unidades da empresa que desenvolva atividades de P&D.
3. Fontes de informação utilizadas pelas empresas.
 - 3.1. Conclusão de projetos já existentes e/ou sugestão de novos projetos: Fornecedores (afiliados e independentes), atividades cooperativas ou *joint ventures*, universidades e institutos de pesquisa, linha de produção da própria firma, firmas de consultoria e publicações não contribuem como fonte de informação importante para concluir projetos já existentes na empresa. No entanto, não se pode afirmar sobre a contribuição de clientes e concorrentes para a conclusão de projetos já existentes. No que diz respeito à sugestão de novos projetos para as empresas, pode-se dizer que não são consideradas importantes fontes de informação: as atividades cooperativas ou *joint ventures*, as universidades e os institutos de pesquisa, a linha de produção da própria firma, os concorrentes, as firmas de consultoria e as publicações. Porém, nada pode ser afirmado sobre a contribuição de fornecedores (afiliados e independentes) e clientes.
 - 3.2. Fontes de informação externas (no caso, atividades de P&D e atividades inovativas de outras empresas do mesmo setor) para projetos relevantes recentemente

concluídos pela empresa. As publicações/relatórios, as conferências públicas/encontros e a troca informal de informações foram avaliadas pelas empresas como não ou pouco importantes. Sem importância, foram classificadas as seguintes fontes de informação: patentes, pessoal técnico recentemente contratado, tecnologia licenciada, projetos de P&D conjuntos ou cooperativos, pesquisa contratada de outras empresas, produtos (por exemplo, engenharia reversa) e associações de classe/sindicatos empresariais.

- 3.3. Fontes de informação externas (no caso, atividades de P&D e atividades inovativas de universidades e institutos de pesquisa) para projetos relevantes recentemente concluídos pela empresa. A contribuição de universidades e dos institutos de pesquisa na forma de patentes, publicações, conferências públicas e encontros, troca informal de informação, pessoal contratado com graduação ou pós-graduação, tecnologia licenciada, projetos de P&D conjuntos ou cooperativos, pesquisa contratada de universidades e institutos de pesquisa e o intercâmbio temporário de pessoal foi avaliada como fonte de informação não importante.
- 3.4. Fontes de informação externas (no caso, recursos e produtos de universidades e institutos de pesquisa) para os projetos de P&D da empresa. Não assumiram qualquer importância como recursos/produtos advindos de universidades e institutos de pesquisa: os resultados de pesquisa, os protótipos, as novas técnicas/instrumentos e os laboratórios/metrologia.
4. Pesquisas das universidades e institutos de pesquisa nas áreas científicas e de engenharia consideradas importantes para as atividades de P&D das empresas. As pesquisas de universidades e institutos de pesquisa nas disciplinas científicas Agronomia, Ciência da Computação, Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Ciências Biológicas, Desenho Industrial, Engenharias Civil, de Materiais e Metalúrgica, de Minas, Elétrica, Mecânica e Química, Física, Geociências, Matemática, Medicina, Medicina Veterinária e Química não foram avaliadas como fontes de informação importantes para as atividades de P&D das empresas.

**TABELA 4: Setor de atividades das empresas
pertencentes ao perfil extremo 3 (P3) – 2005**

Setores de atividade	Número de empresas
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios.	4
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos.	4
Produtos têxteis, vestuário e acessórios, couro, artigos de viagem e calçados.	3
Fabricação de móveis e indústrias diversas	3
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	3
Fabricação de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos	3
Fabricação veículos e equipamentos de transporte	3
Extração de minerais metálicos e não-metálicos	1
Metalurgia básica	1
Fabricação de artigos de borracha e plástico	1
Fabricação de máquinas e equipamentos	1
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel.	1
Total	28

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

Ao analisar os setores de atividades das empresas deste perfil, pode-se afirmar que a maioria das empresas tem atividades ligadas a diversos setores de atividades como mostrado na tabela 4. Entre eles, podem ser citadas: fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; fabricação de máquinas e equipamentos, seguidas de produtos têxteis, vestuário e acessórios, couro, artigos de viagem e calçados.

No perfil extremo 3, foram encontrados poucos indícios de interação entre as empresas mineiras com universidades e institutos de pesquisa. A contribuição de universidades e institutos de pesquisa para as empresas é considerada, neste perfil, não ou pouco importante.

Quando verificadas as contribuições das universidades e institutos de pesquisa, estas instituições assumem, na visão das empresas, nenhuma ou pouca importância, para diversas fontes de informação que são utilizadas para as atividades de P&D das empresas. Raciocínio análogo acontece para os recursos/produtos advindos das universidades e institutos de pesquisa. Desta maneira, pode-se afirmar a existência de frágeis indícios de interação.

Mesmo sendo indícios mais frágeis, alguns setores de atividades deste perfil também são mencionados por Suzigan e Albuquerque (2008). As ciências agrárias são importantes para o setor de produtos têxteis, vestuário e acessórios, couro, artigos de viagem e calçados. Assim como, a mineração, engenharia de materiais e metalurgia são importantes para a extração de minerais metálicos e não-metálicos e para a metalurgia básica.

4. Conclusões

As principais conclusões deste artigo evidenciam fatos já abordados anteriormente pela literatura de economia da tecnologia. A interação entre universidades e institutos de pesquisa com empresas, foi analisada pelo ponto de vista das empresas mineiras que declararam, ao *MG Survey*, realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento sistemáticas.

Como a interação entre universidades-institutos de pesquisa com empresas, instituições pertencentes ao NSI, é considerada fundamental e expressa a relação entre ciência e tecnologia, havia a necessidade de verificar como essa interação ocorria no estado de Minas Gerais.

As respostas de 140 empresas mineiras tratavam sobre diversos aspectos de sua relação com as universidades e institutos de pesquisa, como: caracterização da empresa, existência e localização das atividades de P&D; contribuição de universidades e institutos de pesquisa para conclusão/sugestão de projetos; contribuição de outras empresas do mesmo setor, de universidades e institutos de pesquisa para as atividades de P&D; recursos e produtos advindos de pesquisas de universidades e institutos de pesquisas para as atividades de P&D da empresa e, finalmente, a contribuição das pesquisas de universidades e institutos de pesquisa nas disciplinas científicas e de engenharia para as atividades de P&D das empresas.

Dispondo dessas informações, com o método de análise de *cluster*, foram agrupadas, em três perfis extremos, empresas mineiras que avaliaram as universidades e os institutos de pesquisa de maneira semelhante.

Entre os principais resultados encontrados neste artigo, observaram-se os maiores indícios de interação entre as empresas pertencentes aos perfis um e dois, com destaque para as empresas do setor de fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel, seguido de extração de minerais metálicos e não-metálicos.

Os maiores indícios de interação nesses setores remontam ao histórico da criação de instituições de ensino/pesquisa no Brasil, e mais especificamente em Minas Gerais. Entre as áreas mais importantes, destacam-se as ciências agrárias e a engenharia florestal e também da mineração e engenharia de materiais e metalurgia.

Para verificar de fato a intensidade da interação entre universidades e institutos de pesquisa com empresas em Minas Gerais, tornava-se necessário verificar também o ponto de vista daquelas instituições. Assim, seria possível complementar os resultados deste artigo, principalmente no que diz respeito ao perfil três e, para os três perfis, sob o ponto de vista das universidades e institutos de pesquisa.

A avaliação da interação entre ciência e tecnologia, sob ambos os pontos de vista, será possível após a realização da pesquisa que está sendo elaborada atualmente pelo grupo Economia da Ciência e da Tecnologia do Cedeplar/UFMG.

Bibliografia

ALBUQUERQUE, E. M.; SILVA, L. A.; CRUZ, W.; HENRIQUES, T. Pesquisa sobre interação entre universidades e empresas: o ponto de vista das empresas de Minas Gerais que investem em P&D. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006. (Relatório de pesquisa, mimeo).

ALBUQUERQUE, E. M. *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), 2003.

ANDRADE, C. V. *Domicílios mineiros oitocentistas: uma aplicação do método Grade of Membership (GoM) 2001*. 91f. Dissertação (mestrado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

CAMPOS, Fred Leite Siqueira; COSTA, Marcelo Araújo. Tecnologia e sistema nacional de inovação: uma abordagem complexa. Anais do XIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 1998, Niterói, RJ. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP1998_ART027.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2008.

CERQUEIRA, C. A. *Tipologia e características dos estabelecimentos escolares brasileiros*. 295f. Tese (doutorado em Demografia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

CHAVES, C. V. *As interações entre o setor saúde e a saúde mental a partir das estatísticas de ciência e tecnologia*. 139 f. Tese (Doutorado em Economia). Belo Horizonte: Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, 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.

GONÇALVES, Eduardo; GAVIO, Freimar P. H. Capacidade de inovação regional: o papel de instituições e empresas de base tecnológica em Juiz de Fora. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 12, p. 89-115, janeiro-junho, 2002. Disponível em: <<http://www.face.ufmg.br/novaeconomia/sumarios/v12n1/v12n1goncalves.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2008.

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

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

MANTON, G., WOODBURY, M., TOLLEY, D. *Statistical applications using fuzzy sets*. New York: John Wiley, 1994. 312 p.

NELSON, R., ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. (Ed.) National innovation systems: a comparative analysis. New York; Oxford: Oxford University, 1993. p.3-21.

PÓVOA, Luciano Martins Costa. *Patentes de universidades e institutos públicos de pesquisa e a transferência de tecnologia para empresas no Brasil*. Tese (Doutorado em Economia). Belo Horizonte: Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

RAPINI, M. S., ALBUQUERQUE, E. M.; SILVA, L. A.; SOUZA, S. G. A. *Spots of interaction: an investigation on the relationship between firms and universities in Minas Gerais, Brazil*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006. (Texto para discussão, 286).

RAPINI, M. S.; RIGHI, H. M. O Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e a Interação Universidade-Empresa no Brasil em 2004. *Revista Brasileira de Inovação*. 2006.

ROSENBERG, N. Why do firms do basic research (with their money)? *Research Policy*, Amsterdam, v.19, n.2, p.165-174, 1990.

SAWYER, D. O., FÍGOLI, M. G. B., RODRIGUES, R. N., GARCIA, R. A. Caracterização dos tipos de doadores de sangue em Belo Horizonte: heterogeneidade do homogêneo. In.: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 12, 2000, Caxambu, MG. *Brasil 500 anos: mudanças e continuidades; anais*. Belo Horizonte: ABEP, 2000. (Disponível em CD-ROM)

SAWYER, D. O., LEITE, I. C., ALEXANDRINO, R. *Perfis de utilização de serviços de saúde no Brasil*. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.7, n.4, p.757-776, 2004.

SILVA, L. *Padrões de interação entre ciência e tecnologia: uma investigação a partir de estatísticas de artigos e patentes*. 2003. 110f. Dissertação (mestrado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

SIMÕES, R. F. *Complexos industriais no espaço: uma análise de fuzzy cluster*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003. (Texto para discussão; 209)

SUZIGAN, W., ALBUQUERQUE, E. M. *A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2008. (Texto para discussão; 329).

APÊNDICE

TABELA 1: Características dos Perfis Extremos para as empresas

Variáveis	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
1 - Caracterização da Empresa			
Emprego Categorizado	Pequena ou Média ou Grande	Média ou Grande	Média
Origem do Capital	Nacional	Estrangeira	"NSA ou "NR" ¹¹ ou Estrangeira
2 - Existência e localização das atividades de P&D			
A empresa possui departamento formal de P&D	Não discrimina (Sim)	Não discrimina (Sim)	Não
Existem outras unidades da empresa que desenvolvem atividades de P&D?	Não	Sim	Não discrimina (Não)
3 - Fontes de informação			
3.1 Para conclusão e/ou sugestão de novos projetos para sua empresa			
Fornecedores afiliados (parte do grupo empresarial) contribuíram para concluir projetos já existentes?	Não discrimina (Não)	Sim ou "NSA ou NR"	Não discrimina (Não)
Fornecedores independentes contribuíram para concluir projetos já existentes?	Não discrimina (Sim)	"NSA ou NR"	Não
Atividades cooperativas ou Joint Ventures contribuíram para concluir projetos já existentes?	Não discrimina (Não)	Sim ou "NSA ou NR"	Não discrimina (Não)
Cientes contribuíram para concluir projetos já existentes?	Não	Sim	"NSA ou NR"
Universidades/Institutos de Pesquisa contribuíram para concluir projetos já existentes?	Sim	Sim ou "NSA ou NR"	Não
Linha de Produção da própria firma contribuiu para concluir projetos já existentes?	"NSA ou NR"	Não discrimina (Sim)	Não
Concorrentes contribuíram para concluir projetos já existentes?	Sim	Não discrimina (Não)	"NSA ou NR"
Firmas de Consultoria contribuíram para concluir projetos já existentes?	Não discrimina (Não)	Sim	Não ou "NSA ou NR"
Publicações contribuíram para concluir projetos já existentes?	Sim ou "NSA ou NR"	Não ou "NSA ou NR"	Não discrimina (Não)
Fornecedores afiliados (parte do grupo empresarial) contribuíram para sugerir novos projetos?	Sim	Não discrimina (Não)	"NSA ou NR"
Fornecedores independentes contribuíram para sugerir novos projetos?	Sim	Não discrimina (Não)	"NSA ou NR"
Atividades cooperativas ou Joint Ventures contribuíram para sugerir novos projetos?	Não discrimina (Não)	Sim ou "NSA ou NR"	Não discrimina (Não)
Cientes contribuíram para sugerir novos projetos?	Não	Não discrimina (Sim)	"NSA ou NR"
Universidades/Institutos de Pesquisa contribuíram para sugerir novos projetos?	Sim	Não discrimina (Não)	Não ou "NSA ou NR"
Linha de Produção da própria firma contribuiu para sugerir novos projetos?	Sim	Sim	Não ou "NSA ou NR"
Concorrentes contribuíram para sugerir novos projetos?	Sim	Não discrimina (Não)	Não ou "NSA ou NR"
Firmas de Consultoria contribuíram para sugerir novos projetos?	Não discrimina (Não)	Sim	Não ou "NSA ou NR"
Publicações contribuíram para sugerir novos projetos?	Sim	Não	Não ou "NSA ou NR"
3.2 Contribuição de outras empresas do mesmo setor para as atividades de P&D da sua empresa			
Patente como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Muito Importante	Pouco ou Moderadamente Importante	Não importante
Publicações e relatórios como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Moderadamente ou Muito importante	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante ou Pouco Importante
Conferências públicas e encontros como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Muito Importante	Moderadamente Importante	Não Importante ou Pouco Importante
Troca informal de informação como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Muito Importante	Moderadamente Importante	Não Importante ou Pouco Importante
Pessoal técnico recentemente contratado como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Pouco ou Moderadamente	Pouco ou Moderadamente	Não importante

¹¹ "NSA ou NR": Não se aplica ou não respondeu

	Importante	importante	
Tecnologia licenciada como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Não importante	Pouco ou Moderadamente ou Muito importante	Não importante
Projetos de P&D conjuntos ou cooperativos como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Não discrimina (Muito importante)	Pouco ou Moderadamente ou Muito importante	Não Importante
Pesquisa contratada de outras firmas como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Muito importante	Pouco Moderadamente ou Muito importante	Não importante
Produtos (por exemplo, engenharia reversa) como fonte de informação (de outras empresas no seu setor).	Moderadamente ou Muito importante	Pouco ou Moderadamente importante	Não Importante
Associações de classe/sindicatos empresariais como fonte de informação (de outras empresas no seu setor)	Muito importante	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
3.3 Contribuição de universidade e institutos de pesquisa para as atividades de P&D da sua empresa			
Patente como fonte de informação (de universidades e de institutos de pesquisa)	Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Publicações e relatórios como fonte de informação (de universidades e de institutos de pesquisa)	Moderadamente ou Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Conferências públicas e encontros como fonte de informação (de universidades e de institutos de pesquisa)	Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não importante
Troca informal de informação como fonte de informação (de universidades e de institutos de pesquisa)	Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não importante
Pessoal contratado com graduação ou pós-graduação (de universidades e de institutos de pesquisa)	Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não importante
Tecnologia licenciada como fonte de informação (de universidades e de institutos de pesquisa)	Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Projetos de P&D conjuntos ou cooperativos como fonte de informação (de universidades e de institutos de pesquisa)	Moderadamente ou Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Pesquisa contratada de universidades e institutos de pesquisa como fonte de informação (de universidades e de institutos de pesquisa)	Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Intercâmbio temporário de pessoal (de universidades e de institutos de pesquisa)	Moderadamente ou Muito Importante u "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante ou "NSA ou NR"	Não Importante
3.4 Recursos e Produtos de Universidades-Institutos de Pesquisa para os projetos de P&D da sua empresa			
Importância de resultados de pesquisa para os projetos de P&D da empresa	Moderadamente ou Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Importância de protótipos para os projetos de P&D da empresa	Muito Importante	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante ou "NSA ou NR"
Importância de novas técnicas e instrumentos para os projetos de P&D da empresa	Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Importância de laboratórios/metrologia para os projetos de P&D da empresa	Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
4 - Áreas Científicas e de Engenharia			
Agonomia	Muito Importante	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Ciência da Computação	Não Importante	Pouco ou Moderadamente ou Muito importante	Não Importante
Ciencia e Tecnologia dos Alimentos	Muito Importante	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Ciências Biológicas	Moderadamente ou Muito Importante	Pouco Importante	Não Importante

Desenho Industrial	Não Importante ou Muito Importante	Pouco ou Moderadamente ou Muito Importante	Não Importante
Engenharia Civil	Não Importante	Pouco ou Moderadamente ou Muito Importante	Não Importante ou "NSA ou NR"
Engenharia de Materiais e Metalúrgica	Não Importante	Moderadamente ou Muito Importante	Não importante
Engenharia de Minas	Não importante	Moderadamente ou Muito Importante	"NSA ou NR"
Engenharia Elétrica	Não Importante	Pouco ou Moderadamente ou Muito Importante ou "NSA ou NR"	Não Importante
Engenharia Mecânica	Não Importante	Pouco ou Moderadamente ou Muito Importante	Não Importante ou "NSA ou NR"
Engenharia Química	Muito Importante	Pouco ou Moderadamente ou Muito Importante	Não Importante ou "NSA ou NR"
Física	Não Importante	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante
Geociências	Não discrimina (Não importante)	Moderadamente ou Muito Importante	Não discrimina
Matemática	Não importante	Pouco ou Moderadamente ou Muito Importante	Não importante
Medicina	Muito Importante	Pouco ou Moderadamente Importante ou "NSA ou NR"	Não importante
Medicina Veterinária	Moderadamente ou Muito Importante ou "NSA ou NR"	Pouco Importante	Não Importante
Química	Moderadamente ou Muito Importante	Pouco ou Moderadamente Importante	Não Importante

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

PERFIS MISTOS

1. O primeiro perfil misto é composto dos perfis extremos 1 e 2 (PM12), com predomínio de 1. A expressão *booleana* é especificada a seguir.

$$\{0,60 \leq g_{i1} < 0,80\} \cap \{0,20 \leq g_{i2} < 0,40\} \cap \{g_{i3} < 0,20\}$$

Tabela 2: Setores de atividade das empresas pertencentes ao Perfil Misto (PM12)

Setores de atividade	Número de empresas
Agricultura, silvicultura	3
Eletricidade, gás e água quente	1
Extração de minerais metálicos e não-metálicos	2
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	1
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	2
Fabricação de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos	1
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	2
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel	1
Total	13

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

2. O segundo perfil misto é composto dos perfis extremos 1 e 3 (PM13), com predomínio de 1. A expressão *booleana* é especificada a seguir.

$$\{0,60 \leq g_{i1} < 0,80\} \cap \{0,20 \leq g_{i3} < 0,40\} \cap \{g_{i2} < 0,20\}$$

Tabela 3: Setores de atividade das empresas pertencentes ao Perfil Misto (PM13)

Setores de atividade	Número de empresas
Agricultura, silvicultura	1
Fabricação de móveis e indústrias diversas	1
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	1
Fabricação de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos	1
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel	3
Metalurgia básica	1
Produtos têxteis, vestuário e acessórios, couro, artigos de viagem e calçados	1
Total	9

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

3. O terceiro perfil misto engloba os perfis extremos 2 e 1, com predomínio de 2 (PM21). A expressão *booleana* do grupo é dada a seguir.

$$\{0,60 \leq g_{i2} < 0,80\} \cap \{0,20 \leq g_{i1} < 0,40\} \cap \{g_{i3} < 0,20\}$$

Tabela 4: Setores de atividade das empresas pertencentes ao Perfil Misto (PM21)

Setores de atividade	Número de empresas
Agricultura, silvicultura	1
Eletricidade, gás e água quente	1
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	2
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	3
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel	2
Metalurgia básica	1
Produtos têxteis, vestuário e acessórios, couro, artigos de viagem e calçados	1
Total	11

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

4. O quarto perfil misto engloba os perfis extremos 2 e 3 (PM23), com predominância do perfil 2. A expressão *booleana* que o define é dada a seguir.

$$\{0,60 \leq g_{i2} < 0,80\} \cap \{0,20 \leq g_{i3} < 0,40\} \cap \{g_{i1} < 0,20\}$$

Tabela 5: Setores de atividade das empresas pertencentes ao Perfil Misto (PM23)

Setores de atividade	Número de empresas
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	1
Fabricação de máquinas e equipamentos	1
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1
Fabricação veículos e equipamentos de transporte	2
Metalurgia básica	2
Produtos têxteis, vestuário e acessórios, couro, artigos de viagem e calçados	1
Total	8

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

5. A expressão *booleana* que define o quinto perfil misto (PM31) é dada a seguir.

$$(0,60 \leq g_{i3} < 0,80) \cap (0,20 \leq g_{i1} < 0,40) \cap \{g_{i2} < 0,20\}$$

Tabela 6: Setores de atividade das empresas pertencentes ao Perfil Misto (PM31)

Setores de atividade	Número de empresas
Biotecnologia	1
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	2
Fabricação de máquinas e equipamentos	2
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	2
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	1
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel	2
Fabricação veículos e equipamentos de transporte	1
Produtos têxteis, vestuário e acessórios, couro, artigos de viagem e calçados	1
Total	12

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

6. O sexto perfil misto é formado pela combinação dos perfis 3 e 2, com predominância do perfil extremo 3. A expressão *booleana* é dada abaixo.

$$(0,60 \leq g_{i3} < 0,80) \cap 0,20 \leq g_{i2} < 0,40 \cap g_{i1} < 0,20$$

Tabela 7: Setores de atividade das empresas pertencentes ao Perfil Misto (PM32)

Setores de atividade	Número de empresas
Extração de minerais metálicos e não-metálicos	1
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	2
Fabricação de máquinas e equipamentos	1
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	1
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel	3
Metalurgia básica	1
Total	9

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

7. O sétimo perfil gerado foi o misto sem predomínio. É composto por 7 empresas dos setores fabricação de máquinas e equipamentos, fabricação de produtos alimentícios e bebidas, fabricação de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos, fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel.

**Tabela 8: Setores de atividade das empresas
pertencentes ao Perfil Misto Sem predomínio**

Setores de atividade	Número de empresas
Fabricação de máquinas e equipamentos	1
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	2
Fabricação de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos	2
Fabricação de produtos químicos, celulose, papel e produtos de papel	2
Total	7

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