

O Sistema Setorial de Inovação da Metalurgia Básica

Conceição de Fátima Silva
Professora do Centro Universitário da FEI
cfatimas@ige.unicamp.br

Wilson Suzigan
Professor do DPCT IGE UNICAMP
wsuzigan@ige.unicamp.br

Resumo: O artigo investiga o comportamento do Sistema Setorial de Inovação constituído pela indústria brasileira de 'Metalurgia Básica' (produção de ferroliga e ferro gusa, siderurgia, fundição, fabricação de tubos e metalurgia de não-ferrosos) e pesquisadores da Engenharia de Materiais e Metalurgia. A partir de entrevistas com 28 executivos da indústria e 31 pesquisadores vinculados a universidades e institutos de pesquisa nacionais, constata-se os elevados esforços e resultados inovativos dessa indústria, bem como que suas múltiplas interações com a infraestrutura de C&T são fundamentalmente orientadas, do lado das empresas, pela complementação das atividades internas de P&D e, do lado dos pesquisadores, pela ampliação da produção acadêmica. Adicionalmente, verifica-se que o fato dos relacionamentos serem satisfatórios para as partes os torna duradouros e recursivos.

Palavras chave: Mudança Tecnológica, Sistema Setorial de Inovação, Interação Universidade-Empresa, Metalurgia Básica.

JEL: O32, O33, L61

ÁREA ANPEC: 8: Economia Industrial e da Tecnologia

Abstract: This paper investigates the behavior of the Sectoral Innovation System of the Brazilian 'Basic Metals' industry, consisting of firms producing pig iron and ferrous alloys, steel, foundry, pipe manufacturing and non-ferrous metallurgy, and researchers from the field of Materials Engineering and Metallurgy. Based on interviews with 28 industry executives and 31 researchers from universities and national research institutes, the paper evidences the strong efforts and innovative results of this industry, as well as its multiple interactions with the S&T infrastructure. Such interactions are oriented, on the side of the firms, towards the completion of internal R & D activities and, on the side of the researchers, towards the expansion of academic production. Additionally, the paper finds that the satisfactory results for both parties turn interactions persistent and frequent.

Keywords: Technological Change, Sectoral System of Innovation, Enterprise-University Interaction, Basic Metals.

JEL: O32, O33, L61

Introdução

O esforço para melhorar a capacidade de competição da indústria brasileira passa pela necessidade de torná-la mais inovativa. Isto, por sua vez, implica conhecer melhor sua habilidade de estabelecer vínculos cooperativos com a infraestrutura de ciência e tecnologia (C&T) e de obter respostas dessa infraestrutura às suas demandas, fortalecendo assim seu sistema setorial de inovação.

Nesse sentido, considerando o recente desempenho exportador e as interações da Indústria de Metalurgia Básica (IMB) brasileira com a infraestrutura de C&T, este artigo tem por objetivo avaliar o sistema setorial de inovação dessa indústria.

Define-se por Sistema Setorial de Inovação (SSI) o conjunto de indústrias que comungam a produção de bens semelhantes e seus vínculos inovativos intra e intersetoriais. Na abordagem aqui adotada, o sistema de inovação da 'Metalurgia básica' será analisado sob a perspectiva do comportamento das empresas, dos pesquisadores (de universidades ou institutos de pesquisa) da área de Engenharia Metalúrgica e de Materiais (EMM) e dos vínculos cooperativos que estes, empresas e pesquisadores, estabelecem entre si.

A restrição do enfoque é pertinente com a percepção de que o setor produtivo e a infraestrutura científico-tecnológica (aqui representada pelos pesquisadores) são os elos fundamentais de um sistema setorial de inovação. Sob esta perspectiva, a empresa é o agente inovador, responsável pela introdução das inovações no sistema econômico, por seu turno, cabe às universidades e institutos de pesquisa desenvolver e fornecer novos conhecimentos que são transferidos às empresas através de contratação de recursos humanos, publicações, conferências e, particularmente, através de relações cooperativas (Nelson, 1996 e Schartinger et al, 2002). Adicionalmente, a escolha de pesquisadores de uma área específica decorre da concentração de vínculos da IMB (Righi, 2009) com a EMM em especial.

Assim, a análise do sistema setorial de inovação da metalurgia básica será empreendida a partir de um conjunto de entrevistas com executivos da IMB e pesquisadores EMM que atuam em interação com empresas do setor.

O artigo está estruturado em três seções além desta introdução. Na primeira são expostas os aspectos metodológicos e as características da amostra. Na segunda são descritos e examinados os resultados encontrados. Por fim, são traçadas algumas considerações finais.

1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A definição do objeto de pesquisa deu-se em função da constatação da existência de uma grande concentração de interações entre empresas da 'Metalurgia básica' (código CNAE 24) e Grupos de Pesquisa da área de conhecimento da Engenharia de Materiais e Metalurgia (EMM) na base de dados da pesquisa *Brazil Survey (interactions between universities and firms: searching for paths to support the changing role of universities in the south)* cujo objetivo é compreender o comportamento interativo de universidades e empresas no Brasil e teve como insumo seminal as informações constantes do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq.

Do banco de dados da *Brazil Survey* foram extraídos os questionários respondidos por empresas e pesquisadores das áreas em questão e solicitado aos mesmos que atualizassem e complementassem alguns dados e, tendo em vista a ampliação da amostra, buscou-se identificar outros possíveis respondentes. Para tanto, o primeiro passo foi a consulta à base de dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq objetivando identificar grupos atuantes na área de conhecimento da EMM e empresas da Indústria Metalurgia Básica (IMB) interativos. Numa segunda etapa, foram coletados nomes e contatos de empresas e pesquisadores participantes da Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABMM)¹ e também foram realizadas buscas por especialistas no Portal da Inovação do Ministério da Ciência e Tecnologia. E, através do cruzamento dos dados e das primeiras respostas dos

¹ Os autores agradecem à Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABMM) pelo apoio no processo de identificação de participantes do Sistema Setorial de Inovação e no melhor entendimento acerca do funcionamento da cadeia produtiva da IMB.

questionários foi possível identificar outros pesquisadores e empresas que cumprissem os requisitos de público alvo da pesquisa.

Portanto, apesar do *insight* da pesquisa ter sua origem na constatação da concentração de interações entre a indústria de metalurgia básica e grupos de pesquisa da área de engenharia de metalurgia e materiais no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, a amostra acabou sendo constituída por pesquisadores da EMM e empresas da IMB que se prontificaram a responder ao questionário, independentemente de sua presença no Diretório do CNPq e dos pressupostos de interatividade.

1.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DA INDÚSTRIA

A amostra² é constituída por 28 firmas pertencentes a 25³ diferentes grupos empresariais privados da IMB que forneceram informações acerca do período 2008 - 2010. Quanto à definição da atividade econômica, são 15 siderúrgicas (CNAE 24.2), 6 metalúrgicas de não ferrosos (24.4), 6 fundições (24.5) e 1 fabricante de tubos (24.3). Apesar do pequeno número de empresas, a amostra é representativa, pois as empresas entrevistadas perfazem um total de aproximadamente 50%⁴ dos postos de trabalho e, mesmo não tendo contado com a informação do faturamento de 11 (40%) das empresas, contempla mais de 30% do faturamento do setor.

Em termos geográficos, a amostra está concentrada na região sudeste. São 9 empresas situadas no estado de Minas Gerais, 7 em São Paulo e 2 no Rio de Janeiro. As demais são 6 da região sul (4 no Rio Grande do Sul e 2 em Santa Catarina) e uma na região norte (Pará). O que é compatível com a concentração dos empregos, uma vez que estão nas regiões sudeste e sul, respectivamente, 70% e 16% dos empregos gerados pelo setor.

No tocante ao tamanho das empresas o grupo é heterogêneo e, sob a perspectiva do contingente de mão-de-obra, a menor unidade produtiva é composta de 14 funcionários e as maiores delas têm em torno de 30.000 empregados. Adotado o critério de definição de porte das empresas pelos postos de trabalho existentes (sistema SEBRAE), há 1 microempresa (até 19 postos), 3 pequenas empresas (de 20 a 99), 2 médias (de 100 a 499) e 22 grandes (acima de 500 postos) das quais 17 possuem mais de 1000 postos de trabalho. Portanto, as grandes empresas representam a maioria (aproximadamente 80%) da amostra.

A heterogeneidade também caracteriza o faturamento das respondentes (em 2009 o mesmo variou entre um valor mínimo de R\$ 2,5 milhões e um máximo de R\$ 15,0 bilhões) e o perfil dos bens produzidos (a amostra é constituída, em igual proporção, de empresas que produzem bens padronizados e/ou sob encomenda).

Um caráter de relativa homogeneidade é a presença de funcionários alocados em atividades de P&D. Com a ressalva de três únicas exceções, as firmas da amostra possuem empregados na área de P&D variando de um contingente máximo de 200 trabalhadores em dedicação exclusiva a um único funcionário em dedicação parcial. Duas das três empresas que declararam a inexistência de funcionários em P&D realizam tais atividades em outras unidades de produção do mesmo grupo empresarial, são elas empresas de capital estrangeiro cujas atividades de P&D são realizadas no exterior.

Entre as empresas que declararam a existência de trabalhadores em atividades de P&D, a presença de funcionários pós-graduados (mestres e doutores) é significativa e representa, em média, 29,6% dos funcionários alocados nestas atividades, sendo 14,7% mestres, 5,2% doutores e os demais especialistas.

Outra relativa homogeneidade é a importância do setor externo, quer em função da relevância das exportações no faturamento (na maioria dos casos as exportações representam mais de 25% do valor faturado), quer com relação à concorrência dos produtos importados no mercado nacional.

² Dados completos das empresas e pesquisadores respondentes podem ser consultados em Silva (2011)

³ As unidades de um mesmo grupo empresarial foram diferenciadas pelo Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) e pela localização.

⁴ Segundo dados da RAIS 2010.

Os executivos que responderam à pesquisa são todos homens e ocupam cargos de comando em suas respectivas empresas. 1 presidente, 3 superintendentes (2 deles das áreas de P&D), 4 diretores, 10 gerentes (6 gerentes de P&D ou área correlata), 2 responsáveis por áreas de P&D, 3 consultores, 2 engenheiros (1 em P&D e Inovação), 1 assessor de diretoria de tecnologia, 1 especialista em produção e há um caso, no mínimo inusitado, do diretor de uma grande empresa que é também professor universitário e pesquisador de renome. Quanto à titulação acadêmica, 8 são graduados, 7 são doutores, outros 9 são mestres e um tem formação exclusivamente técnica. A grande maioria deles tem formação nas áreas de Metalurgia ou Materiais (20), 2 em Administração, 1 em Engenharia Elétrica, 1 em Engenharia Mecânica e 1 em Desenvolvimento Sustentável.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DOS PESQUISADORES

A amostra é composta por 31 pesquisadores (2 mestres e os 29 restantes com, no mínimo, título de doutor) que atuam nas mais diversas linhas de pesquisa da área de metalurgia e materiais em institutos públicos de pesquisa (4) e universidades públicas (23) e privadas/confessionais (4).

A classificação dos respondentes da amostra como pesquisadores decorre tanto da produção científica dos mesmos, quanto da distribuição da jornada de trabalho, em média, 38% da jornada é atribuída às atividades de pesquisa, 24,5% às atividades de ensino e aproximadamente 16% às atividades interativas com empresas.

No tocante às universidades e institutos de pesquisas onde atuam os pesquisadores respondentes, há, como na amostra das empresas, concentração geográfica, são 24 pesquisadores da região Sudeste. Além disto, há também concentração quanto às universidades representadas, são 6 pesquisadores da USP, 5 da UFMG e 4 da UFRGS, os 16 pesquisadores restantes estão distribuídos em 11 organizações diferentes. Na sua grande maioria (71,4%) as organizações mencionadas pelas empresas como relevantes, estão representadas na amostra de pesquisadores.

Os pesquisadores têm sua maior titulação na Engenharia Metalúrgica e de Materiais ou em áreas correlatas, a maioria deles (90,1% em universidades ou institutos de pesquisa nacionais), 9,7% em universidades estrangeiras (2 nos Estados Unidos e 1 na Inglaterra), está titulada, em média, há 15 anos e 71% deles são detentores de Bolsa de Produtividade do CNPq (18 são 'Bolsista de Produtividade em Pesquisa' e 4 'Bolsista de Produtividade Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora'). Todos são membros de Grupos de Pesquisa formalmente constituídos e registrados na Plataforma Lattes, mantêm relações interativas com a indústria, particularmente, com indústrias da cadeia produtiva da metalurgia e, mesmo considerando que 80,8% relatam experiências de não implementação pelas empresas dos resultados alcançados por estes esforços colaborativos, têm uma avaliação positiva dos relacionamentos.

Quanto ao perfil pessoal, os respondentes são, em sua maioria, do sexo masculino (83,9%), com experiência anterior de trabalho no setor empresarial (70,0%) e idade média de 54 anos.

2 O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO IMB-EMM

Um sistema setorial de inovação (SSI) é composto por um conjunto de empresas que comungam a produção de bens semelhantes juntamente com outras organizações e instituições cujas atividades e interações desenvolvem, difundem e promovem as inovações (Malerba, 2002). Tendo em vista isto, o SSI aqui analisado é composto pela indústria de metalurgia básica (produção de ferro-gusa e de ferroligas, siderurgia, fabricação de tubos, metalurgia de metais não ferrosos e fundição) cujo elo vinculante entre as empresas é 'a conversão de minérios ferrosos e não ferrosos em produtos metalúrgicos' e a infraestrutura tecnológica, aqui representada pelos pesquisadores da área de engenharia metalúrgica e de materiais.

2.1 ESFORÇOS E RESULTADOS INOVATIVOS

Todas as empresas constituintes da amostra declararam ter realizado ao menos uma inovação de produto e ou processo ao longo dos últimos 3 anos, portanto, são, segundo a taxonomia da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), inovadoras, o que permite estabelecer comparações entre o perfil extraído da amostra e o das empresas inovadoras da indústria de transformação nacional⁵ identificadas na PINTEC(2008).

A tabela 1 sintetiza o perfil dos esforços e resultados inovativos da IMB. Em primeiro lugar, destaca-se a elevada interatividade e presença de atividades contínuas de P&D, em ambos indicadores a IMB tem conduta 7,3 vezes superior à média nacional. A significativa presença de atividades internas de P&D somada à elevada interatividade revela que o aprendizado da IMB ocorre mediante a pesquisa e a interação (Malerba, 1992).

Tabela 1. Esforços e resultados inovativos.

| Indicador | | IMB | IT ⁽¹⁾ | |
|------------------------|---|------|-------------------|-----------|
| | | % | | |
| Empresa inovadora com: | relações de colaboração com universidades e/ou institutos de pesquisa | 89,3 | 12,1 | Esforço |
| | atividades contínuas de P&D | 89,3 | 12,0 | |
| | instrumentos públicos de financiamento/incentivo às atividades de P&D | 32,1 | 22,6 | |
| | gastos em atividades inovativas | 89,3 | 80,3 | |
| | gastos em P&D sobre o faturamento | 1,0 | - | |
| | departamento formal de P&D | 60,7 | - | |
| | atividades de P&D em outras unidades | 34,6 | - | |
| | atividades de P&D em unidades situadas no exterior | 17,9 | - | |
| Empresa inovadora com: | inovações efetivas de produto | 53,6 | 10,8 | Resultado |
| | inovações efetivas de processo | 28,6 | 6,0 | |
| | inovações radicais de produto | 10,7 | 0,7 | |
| | inovações radicais de processo | 10,7 | 0,2 | |

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: IMB= Indústria de Metalurgia Básica e IT= Indústria de transformação.

Nota (1): Médias extraídas da PINTEC 2008.

A absorção de recursos públicos, a presença de empresas com gastos inovativos e a média de gastos em atividades de P&D também são elevadas, mas mais próximas às médias da indústria de transformação nacional. Os demais indicadores de esforço não são diretamente comparáveis com os dados da PINTEC, mas contribuem para ratificar que o esforço inovativo da IMB seja, sob todos os aspectos, muito elevado. Vale destacar que, na maioria das vezes, as empresas entrevistadas que não possuem atividades internas de P&D existência de áreas P&D em outras unidades do grupo empresarial.

Os gastos em P&D de apenas 1% do faturamento é compatível com o esperado para uma indústria de baixa densidade tecnológica⁶, no entanto, os esforços inovativos medidos por outros parâmetros são muito elevados o que permite concluir que esforço e intensidade não são, necessariamente, sinônimos. Logo, setores de baixa intensidade podem apresentar elevados esforços inovativos. O que é compatível com o comportamento da indústria de 'Fumo' brasileira e da indústria de 'Metalurgia básica' europeia constatados por Silva (2011) e também com a percepção teórica de que a intensidade, quando referente ao volume de gastos, não é a melhor ou a única medida a ser considerada para avaliar o esforço inovador. Segundo, Hirsch-Kreinsen; Jacobson; Robertson (2006), o foco na intensidade mais obscurece que esclarece acerca do comportamento inovativo. Isto porque, as idiosincrasias setoriais definem o volume de gastos e os esforços tecnológicos compatíveis com as demandas tecnológicas e competitivas das firmas.

Os elevados esforços inovativos da IMB resultam em um desempenho inovativo bastante expressivo. Ao longo do período da análise, todas as empresas respondentes introduziram ao

⁵ Para uma comparação entre o comportamento inovativo da indústria de 'Metalurgia básica', bem como outras indústrias presentes na PINTEC e o resultado das entrevistas realizadas, ver Silva (2011).

⁶ Conforme CGEE (2008).

menos uma inovação de produto e/ou processo. No seu conjunto, 53,6% das firmas da IMB fizeram ao menos uma inovação de produto e 28,6% introduziram algum processo novo para o mercado nacional (inovações efetivas). Ao mesmo tempo, 10,7% delas introduziram um produto ou processo novo no mercado mundial (inovações radicais). No tocante ao tipo de inovação preponderante, há convergência entre a IMB e a indústria de transformação nacional presente na PINTEC, em ambas as inovações de produtos ocorrem, em média, 1,8 vezes em maior quantidade que as inovações de processo. Com relação às inovações efetivas, a IMB é no mínimo 4,8 vezes mais inovadora que a média da indústria nacional. Já no caso das inovações radicais a inovatividade da IMB é no mínimo 15 vezes maior.

2.2 FONTES DE INFORMAÇÃO

As fontes de informação dizem respeito aos relacionamentos ou áreas da própria empresa que geram a motivação para as atividades inovativas das firmas. A tabela 2 mostra que 'Clientes' e a 'Linha de produção da própria empresa' são as fontes mais relevantes para a inovação na IMB e se alternam nas duas primeiras posições. Diferenças substanciais daquilo que é relevante para a sugestão de novos projetos ou conclusão de projetos já existentes ocorrem a partir da terceira posição.

Tabela 2. Relevância das fontes de informações para a inovação

| Fonte | Novos Projetos | Projetos Existentes |
|--|----------------|---------------------|
| | % | % |
| Clientes | 67,9 | 64,0 |
| Linha de produção da própria empresa | 64,3 | 84,0 |
| Publicações e relatórios técnicos | 50,0 | 60,0 |
| Universidades | 35,7 | 64,0 |
| Institutos, Centros e Laboratórios de pesquisa | 28,6 | 48,0 |
| Feiras e exposições | 28,6 | 40,0 |
| Outras empresas | 28,6 | 24,0 |
| Fornecedores | 25,0 | 44,0 |
| Sistemas de conhecimento local | 21,4 | 40,0 |
| Concorrentes | 21,4 | 32,0 |
| Atividades cooperativas ou joint ventures | 21,4 | 16,0 |
| Internet | 17,9 | 36,0 |
| Empresas de consultoria ou contratação de P&D | 17,9 | 28,0 |
| Outros | 14,3 | 16,0 |

Fonte: Dados da pesquisa

'Publicações e relatórios técnicos' e 'Universidades' se alternam como terceira e quarta fonte de informação mais citadas pelas empresas. No caso das 'Publicações e relatórios técnicos' a diferença de relevância para novos projetos e projetos já existentes é muito pequena, o que não acontece, com o item 'Universidades' cuja importância para a conclusão de projetos já em andamento é significativamente alta, o mesmo acontecendo com 'Institutos, centros e laboratórios de pesquisa' o que sugere que a contribuição da infraestrutura tecnológica é complementar às atividades inovativas das empresas.

Nesta mesma linha de comparação, enquanto os 'Clientes' são considerados mais importantes para a sugestão de novos projetos enquanto 'Fornecedores', 'Sistemas de conhecimento local', bem como 'Feiras e exposições' contribuem mais para a conclusão dos projetos em andamento. Por outro lado, 'outras empresas', 'concorrentes' e 'internet' demonstram ter pouca influência sob qualquer perspectiva.

Em linhas gerais, a avaliação que a IMB faz das fontes de informação sugere que 'clientes' e 'linha de produção da própria empresa' definem o foco da trajetória tecnológica, enquanto as outras fontes, particularmente aquelas geradoras de conhecimento público (universidades e institutos de pesquisa) atuam no sentido de dar solução para os obstáculos ao cumprimento deste foco o que assemelha o comportamento da IMB do identificado por (Cohen; Nelson; Walsh, 2002).na indústria inovadora dos Estados Unidos.

A tabela 3, revela que quando se trata de obter informações sobre as outras empresas, as fontes mais utilizadas são aquelas que resultam da transmissão deliberada de informações

através de publicações, relatórios, conferências, feiras e troca informal. Neste caso, a utilização de patentes, engenharia reversa, contratação de pesquisa ou licenciamento de tecnologia têm pouca relevância como fonte de informações para o setor. Além disto, a baixa relevância da maioria dos canais reflete a pequena importância que as empresas dão para outras empresas como fonte de suas inovações, conforme visto anteriormente.

Tabela 3. Fontes de informação de outras empresas

| Fonte | Muito ou moderadamente importante ou |
|--|--------------------------------------|
| Publicações e relatórios | 71,4 |
| Produtos (por exemplo, engenharia reversa) | 67,9 |
| Conferências públicas e encontros | 67,9 |
| Troca informal de informações | 67,9 |
| Feiras e Exposições | 53,6 |
| Projetos de P&D conjuntos ou cooperativos | 50,0 |
| Pessoal técnico recentemente contratado | 46,4 |
| Contrato de Pesquisa com outras empresas | 35,7 |
| Tecnologia licenciada | 35,7 |
| Patentes | 32,1 |
| Associações comerciais | 17,9 |

Fonte: Dados da pesquisa.

A tabela 4 apresenta a importância atribuída para os diferentes mecanismos de absorção do conhecimento que é gerado nas universidades e institutos de pesquisa e contribui para as atividades inovativas da empresa. No seu conjunto, as interações da categoria “transferência de conhecimento”, tais como, publicações e relatórios, conferências públicas e encontros, pessoal contratado com graduação e pós-graduação, troca de informações, consultoria com pesquisadores e intercâmbio de pessoal, (Santoro, 2000), são aquelas que apresentam melhor desempenho. Sendo que o principal mecanismo oriundo das universidades utilizado pelas empresas é a ‘contratação de graduados e pós-graduados’, instrumento considerado muito importante ou moderadamente importante por mais de 75% das empresas, o que revela que a principal função atribuída às universidades é a formação de recursos humanos na avaliação da IMB.

A percepção de relevância das fontes de informação da infraestrutura tecnológica revelada pela IMB é convergente com os resultados da Carnegie Mellon Survey, inclusive no tocante à pequena importância atribuída a ‘patentes’ e ‘tecnologia licenciada’, resultado este que leva Cohen; Nelson; Walsh (2002) a concluírem que “os mais importantes canais de fluxo de informação entre as instituições de pesquisa e os laboratórios industriais de P&D são os canais abertos como publicações e conferências e encontros públicos”.

Outros aparatos tradicionais utilizados para transferir o conhecimento gerado pelas instituições de pesquisa à sociedade e que também são considerados relevantes pela maioria das empresas são publicações e relatórios (60,7% e 54,1%) o que sugere a existência, dentro das empresas, de recursos humanos habilitados e disponibilizados para acompanhar a produção científica e acadêmica.

Vistas no seu conjunto, as diferentes modalidades de relacionamento interativo têm avaliação significativamente positiva, caso das pesquisas realizadas em conjunto com as universidades e institutos de pesquisa (67,8% e 54,2%), a participação em redes (50% e 41,6%), as pesquisas encomendadas à universidade (50% e 37,5%) e os contratos de consultoria com pesquisadores (46,4% e 33,3%). Dentre elas, ‘pesquisa realizada em conjunto’ é o mecanismo considerado muito importante pelo maior número de empresas (46,4% e 21,4%), desempenho significativamente superior ao de qualquer outra fonte.

Do confronto entre as avaliações das fontes de informação das universidades e institutos de pesquisa, sobressai o fato de que não há diferença significativa no tocante à consideração das fontes que são mais ou menos importantes. No entanto, o desempenho das fontes oriundas dos institutos de pesquisa é bem menor, o que permite afirmar que é baixa a

percepção ou a própria contribuição do conhecimento gerado nos institutos de pesquisa para as atividades inovativas das empresas. Aqui é pertinente destacar que, dado o fato de um grande número dos institutos de pesquisa nacionais estarem vinculados às universidades, torna-se difícil uma separação clara destas duas organizações, ou seja, é possível que parte da relevância atribuída às universidades decorra de seus institutos de pesquisa quando eles existem.

Tabela 4. Relevância das fontes de informação das Universidades e Institutos de pesquisa

| Fontes | Muito importante | | Moderadamente importante | |
|--|------------------|------|--------------------------|------|
| | U | IP | U | IP |
| Pesquisa realizada em conjunto | 46,4 | 25,0 | 21,4 | 29,2 |
| Publicações e relatórios | 32,1 | 20,8 | 28,6 | 33,3 |
| Pesquisa encomendada | 25,0 | 16,7 | 25,0 | 20,8 |
| Participação em redes | 21,4 | 20,8 | 28,6 | 20,8 |
| Conferências públicas e encontros | 21,4 | 12,5 | 35,7 | 37,5 |
| Pessoal contratado com graduação ou pós-graduação | 21,4 | 12,5 | 53,6 | 29,2 |
| Troca informal | 14,3 | 16,7 | 42,9 | 29,2 |
| Parques científicos e/ou tecnológicos | 14,3 | 12,5 | 10,7 | 0,0 |
| Patentes | 14,3 | 4,2 | 7,1 | 8,3 |
| Consultoria com pesquisadores individuais | 10,7 | 12,5 | 35,7 | 20,8 |
| Intercâmbio temporário de pessoal | 7,1 | 4,2 | 28,6 | 20,8 |
| Tecnologia licenciada | 7,1 | 4,2 | 25,0 | 25,0 |
| Empresa é <i>spin-off</i> | 3,6 | 4,2 | 7,1 | 4,2 |
| Empresa pertence à Universidade ou Instituto de pesquisa | 3,6 | 0,0 | 10,7 | 8,3 |
| Incubadoras | 0,0 | 0,0 | 17,9 | 8,3 |

Fonte: Dados da pesquisa.

A avaliação que a indústria de metalurgia básica norte-americana faz das fontes de informação da infraestrutura tecnológica é marcadamente diferente da brasileira. Em primeiro lugar, as trocas informais aparecem como a principal fonte e no Brasil ela está entre as menos relevantes (87,5%). Em seguida as empresas norte-americanas posicionam 'publicações' e 'conferências e encontros' (62,5% ambas) (Cohen; Nelson; Walsh, 2002). O que permite concluir que, enquanto na IMB os instrumentos de transferência do conhecimento são de nível organizacional, em suas semelhantes norte-americanas eles são de nível pessoal.

Complementando a avaliação de relevância das fontes de informação, a tabela 5 revela que o resultado das 'pesquisas realizadas' e os 'laboratórios/metrologia' são as principais contribuições das universidades e institutos de pesquisa para as atividades inovativas da IMB. No outro extremo, 'protótipos' são considerados a contribuição de menor relevância. Resultado, no tocante às 'pesquisas realizadas' e 'protótipos', semelhante ao apresentado pela 'metalurgia básica' norte-americana, no entanto, a segundo maior contribuição das universidades e institutos de pesquisas norte-americanos são as 'novas técnicas e instrumentos' (Cohen; Nelson; Walsh, 2002) o que não ocorre no Brasil e, como poderá ser constatado na sequência, revela o caráter mais imediatista das expectativas que a IMB tem acerca da infraestrutura tecnológica.

Tabela 5. Importância dos resultados ou recursos produzidos por Universidades ou Institutos de Pesquisa.

| Resultado/Recursos | Muito importante ou Moderadamente importante |
|-------------------------------|--|
| Resultados de Pesquisas | 66,7 |
| Laboratórios / Metrologia | 66,7 |
| Novas técnicas e instrumentos | 40,7 |
| Protótipos | 29,6 |

Fonte: Dados da pesquisa

Quando indagadas se, ao longo dos últimos 10 anos, as universidades e institutos de pesquisa foram importantes para as atividades inovativas da empresa e, em caso afirmativo,

quais as áreas de conhecimento e universidades mais contribuíram para estas atividades, todas as empresas que responderam positivamente apontaram a Engenharia de Metalurgia e Materiais (tabela 6), perfazendo 92,6% da amostra. Na sequência, as áreas consideradas mais importantes foram as engenharias de Minas e Mecânica, ambas mencionadas por 29,6% das empresas. O posicionamento da Engenharia de Minas é coerente com o fato de a mineração definir a oferta dos insumos básicos da IMB e ser, portanto, variável chave na determinação da sua competitividade.

Tabela 6. Áreas do conhecimento consideradas relevantes para as pesquisas da empresa

| Área | Empresas % |
|--|---------------|
| Engenharia de Materiais e Metalúrgica | 92,6 |
| Engenharia Mecânica | 29,6 |
| Engenharia de Minas | 29,6 |
| Engenharia Química | 18,5 |
| Ciência da Computação | 14,8 |
| Engenharia Elétrica | 14,8 |
| Química | 11,1 |
| Engenharia Civil | 7,4 |
| Agronomia, Ciências Biológicas, Engenharia Florestal e Engenharia Elétrica | 3,7 |

Fonte: Dados da pesquisa.

O destaque atribuído pela IMB à Engenharia de Metalurgia e Materiais é superior ao que a 'metalurgia básica' norte-americana atribui (77,8%), no entanto, a indústria norte-americana atribui elevada importância às 'Química' (55,6%) e 'Engenharia Química (44,4%) (Cohen; Nelson; Walsh, 2002) o que sugere uma maior percepção acerca da significância do desenvolvimento nas ciências básicas e áreas correlatas. Logo, é possível afirmar que a visão da IMB acerca da contribuição da ciência, e por decorrência da infraestrutura tecnológica, é mais imediatista.

O quadro 1 mostra os institutos de pesquisa e universidades, atuantes na área de engenharia de materiais e metalurgia, que foram mencionados pelas empresas como relevantes para suas pesquisas. Da análise dos dados, sobressai o fato de apenas uma das instituições ser privada e aproximadamente 82% delas estar localizada na região sudeste do país.

Quadro 1. Universidades e Institutos de pesquisas considerados relevantes para as atividades de pesquisas da IMB.

| Universidade/Instituto de Pesquisa | UF | Empresas |
|---|----|----------|
| UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais | MG | 7 |
| USP - Universidade de São Paulo | SP | 7 |
| UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos | SP | 5 |
| IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas | SP | 2 |
| UCS - Universidade de Caxias do Sul | RS | 2 |
| UFF - Universidade Federal Fluminense | RJ | 2 |
| UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto | MG | 2 |
| UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul | RS | 2 |
| CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais | MG | 1 |
| FEI - Fundação Educacional Inaciana | SP | 1 |
| IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares | SP | 1 |
| UFPA - Universidade Federal do Pará | PA | 1 |
| UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro | RJ | 1 |
| UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina | SC | 1 |
| UFU - Universidade Federal de Uberlândia | MG | 1 |
| UNESP - Universidade Estadual de São Paulo | SP | 1 |
| UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas | SP | 1 |
| SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial | MG | 1 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Como visto anteriormente, a concentração geográfica está em sintonia com a presença também concentrada da indústria, uma vez que 70% dos empregos gerados pelo setor estão

na região sudeste. Quanto à concentração em organizações públicas pesquisa e, particularmente, de ensino, o mesmo é condizente com o fato de a produção científica nacional ser, na sua quase totalidade, realizada nas universidades públicas (Brito Cruz, 2004).

De maneira inequívoca, as empresas têm claro que a função fundamental das universidades é o ensino, para a totalidade delas esta contribuição é muito importante (89,3%) ou moderadamente importante (10,7%), conforme mostra a tabela 7. Avaliação que é condizente com a percepção de que um dos principais mecanismos de absorção do conhecimento gerado nas universidades é a contratação de alunos e ex-alunos de graduação e pós-graduação, conforme visto anteriormente.

Tabela 7. Função das Universidades.

| Função | Muito importante | Moderadamente importante |
|------------------|------------------|--------------------------|
| Ensino | 89,3 | 10,7 |
| Pesquisa | 60,7 | 25,0 |
| Social | 35,7 | 32,1 |
| Empreendedorismo | 14,3 | 39,3 |

Fonte: dados da pesquisa

Não surpreende que a realização de pesquisa seja considerada a segunda função mais importante das universidades, mas merece destaque o fato de que mesmo o exercício de funções consideradas menos relevantes (social e empreendedorismo), é tido como importante por mais de 50% dos respondentes. O que, permite concluir que as empresas atribuem ampla e significativa importância à missão das universidades e a avaliação que fazem é compatível com o revelado em pesquisas internacionais (Feller; Ailes; Roessner, 2002).

2.3 RELAÇÕES INTERATIVAS

Como visto anteriormente, apenas duas empresas da amostra declararam não manter funcionários alocados em atividades de P&D e foram exatamente estas duas mesmas empresas aquelas que declararam não terem relacionamentos colaborativos com universidades e/ou institutos de pesquisa. Portanto, 93% das empresas da IMB mantêm relações interativas com a infraestrutura científica e tecnológica. Relações estas que, conforme mostra a tabela 8, são de longa duração e apresentam bons resultados na avaliação das empresas.

Tabela 8. Características das Interações com Universidades e Institutos de Pesquisa.

| Indicador | % | |
|--|--|------|
| Iniciativa | A empresa | 56,0 |
| | O pesquisador ou grupo de pesquisa | 44,0 |
| | Compartilhadas pelo pesquisador/grupo e pela empresa | 24,0 |
| Duração | Menos de um ano | 4,0 |
| | Entre um dois anos | 4,0 |
| | Entre dois e cinco anos | 24,0 |
| | Entre cinco e dez anos | 20,0 |
| | Mais de dez anos | 48,0 |
| Desempenho | Ainda em andamento, mas com expectativas negativas | 0,0 |
| | Não atenderam aos objetivos da empresa | 12,0 |
| | Ainda em andamento e com expectativas positivas | 20,0 |
| | Atenderam aos objetivos da empresa | 68,0 |
| Utilização de Recursos Públicos para complementar o financiamento das interações | | 27,3 |

Fonte: Dados da pesquisa.

A iniciativa para estabelecimento dos relacionamentos colaborativos entre empresas e pesquisadores é relativamente equilibrada entre as partes. As empresas consideram que partem tanto delas mesmas quanto dos pesquisadores a busca pela aproximação. O que revela interesses compartilhados.

A avaliação que as empresas fazem das pesquisas desenvolvidas por universidades e institutos de pesquisa, bem como dos relacionamentos mantidos com estas organizações é significativamente positiva. Para 68% delas os objetivos estabelecidos para os relacionamentos cooperativos foram alcançados e para outros 20% a expectativa é de que eles ainda venham a ser cumpridos.

A longevidade dos relacionamentos é alta, 68% deles têm mais de 5 anos de existência. O que corrobora a avaliação positiva acerca dos resultados já alcançados e das perspectivas futuras depositadas nas relações.

Para as empresas cujos relacionamentos colaborativos foram insatisfatórios (12%), as razões alegadas para tal desempenho foram: divergências entre o conhecimento disponibilizado pela universidade/institutos, centro ou laboratório de pesquisa e o conhecimento necessário à empresa, o tempo de resposta, campo de pesquisa restrito e a falta de sincronia entre pontos de vista e/ou objetivos de pesquisadores e empresas.

Conforme pode ser verificado na tabela 9, dentre as empresas que mantêm relações cooperativas com universidades e institutos de pesquisa, 76% alegam ser 'muito ou moderadamente importante' a realização de testes necessários para produtos e processos da firma. A segunda principal motivação é obtenção de conselhos de cunho tecnológico ou consultoria com pesquisadores e professores. Motivações que são compatíveis com a atribuição de importância aos resultados e recursos oriundos das universidades e institutos de pesquisa.

Empatadas como terceira principal razão para os relacionamentos estão as contratações de pesquisas complementares e de pesquisas que as empresas não podem realizar. Portanto, é possível afirmar que as relações são motivadas, de forma quase equivalente, pelo conhecimento detido pelos profissionais de universidades e institutos de pesquisa e pela infraestrutura tecnológica mantida por estas organizações, o que é pertinente com o fato das empresas da IMB, em sua maioria, desenvolverem atividades de P&D.

Como razões menos relevantes estão a ajuda no controle de qualidade, a obtenção de informações sobre engenheiros, cientistas ou tendências de P&D e a transferência de tecnologia das universidades.

Quando observadas em seu conjunto, as motivações consideradas mais relevantes IMB sugerem que as relações são pautadas por objetivos de complementação da capacidade inovativa e não de ampliação da capacidade de absorção de conhecimento pelas empresas.

Tabela 9. Objetivos da colaboração com Universidades e Institutos de pesquisa.

| Objetivos | Muito importante | Moderadamente importante |
|--|------------------|--------------------------|
| | % | % |
| Realizar testes necessários para produtos e processos | 44,0 | 32,0 |
| Buscar conselhos de cunho tecnológico ou consultoria | 44,0 | 28,0 |
| Contratar pesquisas complementares | 40,0 | 28,0 |
| Contratar pesquisas que a empresa não pode realizar | 40,0 | 24,0 |
| Transferência de tecnologia | 36,0 | 24,0 |
| Utilizar recursos disponíveis | 28,0 | 44,0 |
| Aumentar a habilidade da empresa para encontrar e absorver informações tecnológicas | 28,0 | 36,0 |
| Fazer, o mais cedo possível, contatos com estudantes universitários de excelência para futuro recrutamento | 28,0 | 32,0 |
| Conseguir informações sobre engenheiros ou cientistas e/ou tendências de P&D nas áreas científicas | 16,0 | 44,0 |
| Receber ajuda no controle de qualidade | | 16,0 |

Fonte: Dados da pesquisa

Quando indagados se podem contar com as linhas de pesquisa, já existentes nas universidades, para complementar as potenciais futuras atividades inovativas da empresa, 79,2% respondeu afirmativamente, o que revela uma avaliação positiva acerca da sintonia

entre as demandas tecnológicas das empresas e as pesquisas realizadas no ambiente acadêmico.

As empresas que responderam negativamente (20,8%) sugerem que, para contribuir com as atividades inovativas das empresas, seria necessário maior esforço de pesquisa das universidades em áreas como: laminação, desenvolvimento de sistemas de controle, mecânica dos fluidos, tratamento de gases, centrifugação de ligas especiais e tratamento térmico em fundição.

2.4 PERFIL E RESULTADOS DOS RELACIONAMENTOS INTERATIVOS COM A INDÚSTRIA

Como mostra a tabela 10, em sua maioria, os pesquisadores da EMM interagem, simultaneamente, com diversas empresas que, em sua maioria, fazem parte da cadeia produtiva da metalurgia (o que poderá ser constatado posteriormente). Em média, são 6,3 relacionamentos por pesquisador. D'Este e Patel (2007) constataram o mesmo em pesquisa realizada no Reino Unido, há uma tendência a que um pequeno número de pesquisadores concentre um grande número de interações com empresas⁷.

Sob o ponto de vista da longevidade, as relações estabelecidas tendem a ser duradouras e envolverem objetivos de longo prazo, mais de 70% das relações mantidas no período das entrevistas tinham entre 2 e 7 anos de existência.

De modo geral, assim como para a indústria, os pesquisadores também entendem que a iniciativa para estabelecimento de relacionamento com as empresas é equilibrada entre as partes. E, considerando que, um mesmo pesquisador atribui a iniciativa a diferentes alternativas, é possível afirmar que há uma grande diversidade quanto ao padrão de proposição dos relacionamentos e, mais que isto, o fato das duas partes do relacionamento serem corresponsáveis pelo estabelecimento do mesmo sugere que a motivação, bem como os benefícios das interações são compartilhados.

Tabela 10. Características dos relacionamentos com empresas.

| Indicador | Pesquisadores % | |
|---------------------------|--|------|
| Número de relacionamentos | 1 | 3,2 |
| | Entre 2 e 4 | 48,4 |
| | Entre 5 e 7 | 22,6 |
| | Entre 8 e 10 | 9,7 |
| | Mais de 10 | 16,1 |
| Iniciativa | O pesquisador ou grupo de pesquisa | 32,6 |
| | A empresa | 27,9 |
| | Estudante empregado pela empresa | 15,1 |
| | As iniciativas foram compartilhadas | 12,8 |
| | Mecanismos institucionais da universidade/instituto de pesquisa para a transferência de tecnologia | 5,8 |
| | Iniciativa foi de um ex-pesquisador | 4,7 |
| | Uma empresa criada por membros da universidade ou do instituto de pesquisa (spin-off) | 1,2 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Tendo em vista que as áreas em que militam executivos das empresas e pesquisadores da infraestrutura tecnológica são, em princípio, distintas, uma questão relevante para entender as interações é a forma como as empresas adquirem conhecimento sobre as pesquisas desenvolvidas no âmbito da infraestrutura tecnológica. Conforme as os dados constantes da tabela 11, as principais fontes utilizadas pelas empresas são os seus próprios funcionários (20%), as apresentações dos pesquisadores em congressos e seminários (18,8%), ex-alunos

⁷ No entanto, no tocante às características pessoais, os resultados de D'Este e Patel (2007) divergem dos encontrados aqui pois, no caso inglês, os pesquisadores mais interativos e com maior multiplicidade de tipos de interação, são os mais jovens e, como visto na apresentação da amostra, a idade média dos pesquisadores da EMM é de 54 anos. Apesar de estar fora do escopo da presente análise, uma variável que parece ser significativa na determinação da vocação interativa dos pesquisadores é a experiência pretérita de trabalho no setor empresarial (situação em que se encontra 70% dos entrevistados).

dos pesquisadores (15,3%) e publicações (11,8%). Portanto, é possível afirmar que é no cruzamento das funções de pesquisa e ensino que se encontra a principal fonte de informação, para as empresas, sobre o trabalho desenvolvido pelos pesquisadores.

Tabela 11. Percepção de relevância dos canais de informação utilizados pelas empresas para identificar os pesquisadores.

| Canal | % |
|--|------|
| Funcionário da empresa | 20,0 |
| Congressos e Seminários | 18,8 |
| Ex-aluno | 15,3 |
| Publicações | 11,8 |
| Indicação de outra empresa | 10,6 |
| Associações de classe empresariais | 8,2 |
| Currículo dos pesquisadores (Lattes) | 8,2 |
| Patentes do pesquisador/grupo de pesquisa | 3,5 |
| Escritórios de transferência de tecnologia das universidades/instituto de pesquisa | 3,5 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Outra conclusão extraída da tabela 11 é que os mecanismos que dão conhecimento às empresas sobre os trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores são, em sua essência, informais, ou melhor, não-intencionais. Conclusão que resulta do baixo desempenho de instrumentos como 'Escritórios de transferência' e 'Patentes'. Especificamente com relação às patentes, Agrawal e Henderson (2002) chegaram a conclusão semelhante através de *survey* realizado com pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT).

A tabela 12 revela a avaliação dos pesquisadores sobre a contribuição dos diferentes tipos de relacionamentos mantidos com as empresas para a realização de suas atividades de pesquisa. Os projetos de P&D com resultados de uso imediato é o único tipo de relacionamento considerado muito importante por mais da metade dos pesquisadores entrevistados (67,7%).

No seu conjunto, os relacionamentos menos importantes para os pesquisadores são aqueles que envolvem a mera prestação de serviço, como testes de padronização e certificação de qualidade, projetos de P&D que substituem ou complementam as atividades inovativas das empresas, serviços de engenharia e projetos de P&D sem resultados de uso imediato, ou seja, relacionamentos de baixa interatividade ou pouco usuais caso dos projetos sem finalidade de uso imediato.

Tabela 12. Importância dos relacionamentos mantidos com as empresas.

| Tipo de relacionamento | Muito importante | Moderadamente importante |
|--|------------------|--------------------------|
| Projetos de P&D em colaboração com a empresa, com resultados de uso imediato | 67,7 | 12,9 |
| Treinamento e cursos | 48,4 | 35,5 |
| Consultoria | 45,2 | 35,5 |
| Intercâmbio nas empresas | 41,9 | 25,8 |
| Projetos de P&D em colaboração com empresas, sem resultados de uso imediato | 35,5 | 29,0 |
| Transferência de tecnologia (licenciamento) | 32,3 | 22,6 |
| Avaliações técnicas, estudos de viabilidade, gerenciamento de projetos | 32,3 | 32,3 |
| Projetos de P&D complementares às atividades de inovação da empresa | 32,3 | 38,7 |
| Serviços de engenharia | 25,8 | 32,3 |
| Projetos de P&D substitutos às atividades de inovação da empresa | 22,6 | 35,5 |
| Testes de padronização ou atividades de certificação da qualidade | 19,4 | 25,8 |

Fonte: Dados da Pesquisa.

No entanto, o grau de relevância dado a todas as formas de relacionamento é bastante alto e, quando levadas em conta classificações como muito ou moderadamente importante, todas as categorias, exceto testes e certificações, apresentam uma aprovação superior a 55% da amostra.

No que tange aos resultados obtidos pelos relacionamentos interativos, conforme a tabela 13 a seguir, os pesquisadores classificam como relevantes tanto aqueles que, em princípio, são de interesse exclusivo da academia como subsídios para teses, dissertações e publicações, quanto àqueles que são de interesse da indústria como melhorias de processos e produtos, o que denota o entrosamento com os objetivos empresariais e invalida a ideia de que haja um alheamento dos pesquisadores no tocante aos objetivos econômicos que seriam exclusivos das empresas.

Tabela 13. Importância dos resultados alcançados pelos relacionamentos com empresas.

| Tipos de resultados | Muito importante | Moderadamente importante |
|---------------------------------------|------------------|--------------------------|
| Teses e dissertações | 71,0 | 19,4 |
| Novos projetos de pesquisa | 71,0 | 22,6 |
| Melhoria de processos industriais | 67,7 | 22,6 |
| Formação de RH e estudantes | 61,3 | 25,8 |
| Melhoria de produtos industriais | 54,8 | 29,0 |
| Novos processos industriais | 51,6 | 32,3 |
| Publicações | 51,6 | 25,8 |
| Patentes | 48,4 | 12,9 |
| Novos produtos e artefatos | 41,9 | 35,5 |
| Novas descobertas científicas | 32,3 | 22,6 |
| Software | 22,6 | 16,1 |
| Design | 16,1 | 12,9 |
| Criação de novas empresas (spin-offs) | 6,5 | 25,8 |

Fonte: Dados da pesquisa

Suscitar novos projetos de pesquisa é o resultado mais importante das relações com as empresas o que confirma a existência de um círculo virtuoso nas interações com as empresas. Empatadas em segundo lugar estão a contribuição para a elaboração de teses e dissertações e a melhoria de processos industriais. Na sequência, são considerados também como resultados muito importantes a formação dos recursos humanos, a melhoria de produtos industriais e, por fim, as publicações, mais uma vez, fica evidente que o atendimento dos objetivos empresariais estão integrados aos objetivos dos pesquisadores.

Por sua vez, a tabela 14 mostra quais são os benefícios gerados pelos relacionamentos cooperativos e considerados importantes pelos pesquisadores. Assim como no caso dos resultados, os pesquisadores consideram que suscitar novos projetos de pesquisa é o benefício mais relevante advindo das relações com as empresas.

Tabela 14. Importância dos benefícios auferidos pelos relacionamentos com empresas.

| Tipo de benefício | Muito importante | Moderadamente importante |
|--|------------------|--------------------------|
| Equipamentos/instrumentos de uso compartilhado | 22,6 | 38,7 |
| Recebimento insumos para as pesquisas | 48,4 | 19,4 |
| Novas redes de relacionamento | 51,6 | 32,3 |
| Intercâmbio de conhecimentos ou informações | 54,8 | 38,7 |
| Recursos financeiros | 58,1 | 22,6 |
| Idéias para novos projetos de cooperação | 61,3 | 29,0 |
| Reputação | 61,3 | 16,1 |
| Novos projetos de pesquisa | 77,4 | 12,9 |

Fonte: Dados da pesquisa

O segundo benefício tido em alta conta é a reputação dos pesquisadores. No entanto, quando observado o conjunto daquilo que é considerado muito ou moderadamente importante, a reputação tem menor desempenho que o intercâmbio de conhecimento ou informações, as ideias para novos projetos de cooperação, as novas redes de relacionamento e a obtenção de recursos financeiros.

Aqui é interessante destacar que, tanto no tocante aos resultados quanto aos benefícios, os relacionamentos cooperativos são percebidos como responsáveis pelo estabelecimento de um círculo virtuoso e algo recursivo, uma vez que este é considerado muito relevante para o estabelecimento de novos projetos de pesquisa, novos projetos de cooperação e novas redes de colaboração. O que talvez explique a longevidade dos relacionamentos (anteriormente

verificada na amostra das empresas) e no fato de empresas e pesquisadores interativos, no geral, estabelecerem vários relacionamentos, (o que pode ser verificado na Figura 1 a seguir).

Além disso, os resultados e benefícios apontados sugerem que os relacionamentos com a indústria servem para ampliar a produtividade acadêmica dos pesquisadores, uma vez que contribuem para a produção de teses e dissertações e ampliam o potencial de pesquisa.

Os pesquisadores apontam que a principal dificuldade de relacionamento com as empresas está na burocracia presente nas universidades e institutos de pesquisas. No entanto, como mostra a tabela 15, há um significativo equilíbrio entre esta e outras motivações que dizem respeito ao financiamento da pesquisa, ao desconhecimento mútuo e à capacidade absorviva das empresas.

Com efeito, quando instados a detalhar as dificuldades, as mais comentadas estão no âmbito das empresas e podem ser diferenciadas segundo o porte das mesmas. Nas pequenas empresas, os empecilhos mais marcantes são, do ponto de vista financeiro, a insuficiência de recursos para financiamento das pesquisas e, posteriormente, para implementação dos resultados. Do ponto de vista organizacional, as pesquisas esbarram na ausência de interlocutores aptos a transmitir os objetivos da empresa e absorver as informações fornecidas pelos pesquisadores.

Tabela 15. Dificuldades enfrentadas nos relacionamentos com empresas.

| Tipo de dificuldade | Muito importante | Moderadamente importante |
|---|------------------|--------------------------|
| Burocracia por parte da universidade e institutos de pesquisa | 51,6 | 25,8 |
| Custeio da pesquisa | 45,2 | 35,5 |
| Falta de conhecimento nas empresas das atividades realizadas nas universidades e institutos de pesquisa | 32,3 | 25,8 |
| Falta de pessoal qualificado para estabelecer um diálogo nas empresas | 29,0 | 35,5 |
| Falta de conhecimento das necessidades das empresas | 29,0 | 38,7 |
| Diferença de prioridades | 25,8 | 38,7 |
| Burocracia por parte da empresa | 24,1 | 37,9 |
| Problema de confiabilidade | 19,4 | 19,4 |
| Divergência quanto ao prazo da pesquisa | 19,4 | 22,6 |
| Direitos de propriedade | 12,9 | 35,5 |
| Falta de pessoal qualificado para estabelecer um diálogo com as empresas | 12,9 | 38,7 |
| Distância geográfica | 0,0 | 25,8 |

Fonte: Dados da pesquisa.

Nas grandes empresas, a capacidade de transmissão e absorção é maior, pois, em geral, as mesmas contam com estruturas internas de P&D e recursos humanos mais preparados. No entanto, a pesada burocracia interna resulta em dificuldade para contato direto com os responsáveis pela tomada de decisão e, conseqüentemente, processos decisórios mais lentos e trabalhosos.

Em que pesem as diferenças decorrentes de tamanho e estrutura interna, a implementação dos resultados das pesquisas realizadas é sempre algo pouco trivial para as empresas e 81% dos pesquisadores relataram experiências em que, apesar dos resultados bem sucedidos das pesquisas, as inovações propostas não foram implantadas.

Como revela a tabela 16, os pesquisadores consideram que 'contrato de pesquisa', 'congressos e seminários' e 'projetos de P&D cooperativos' são os principais instrumentos de transferência de conhecimento das universidades/institutos de pesquisa para as empresas. O que demonstra a existência de simetria entre empresas e pesquisadores na percepção de relevância das fontes de informação, dado que as empresas apontam 'pesquisa realizada em conjunto' e 'conferências públicas e encontros' entre as principais fontes de informação da infraestrutura científica (conforme visto nas tabelas 2 e 4).

Tabela 16. Canais de transferência do conhecimento.

| Canais de transferência | Muito importante | Moderadamente importante |
|---|------------------|--------------------------|
| Contratos de pesquisa | 58,1 | 19,4 |
| Congressos e seminários | 54,8 | 19,4 |
| Projetos de P&D cooperativos | 51,6 | 38,7 |
| Treinamento de pessoal | 48,4 | 35,5 |
| Troca informal de informação | 45,2 | 32,3 |
| Consultoria individual | 41,9 | 22,6 |
| Publicações | 38,7 | 32,3 |
| Contratação de recém graduados | 35,5 | 41,9 |
| Intercâmbio temporário de profissionais | 32,3 | 25,8 |
| Patentes | 22,6 | 25,8 |
| Engajamento em redes com empresas | 19,4 | 32,3 |
| Parques tecnológicos/ científicos | 12,9 | 22,6 |
| Incubadoras | 12,9 | 25,8 |
| Licenciamento de tecnologia | 12,9 | 25,8 |
| Empresas spin-off de universidades/institutos de pesquisa | 9,7 | 16,1 |

Fonte: Dados da pesquisa

A simetria também pode ser verificada com relação às pesquisas internacionais. As 5 fontes consideradas mais importantes pelos pesquisadores brasileiros da EMM coincidem com as identificadas por D'Este e Patel (2007) entre pesquisadores da EMM do Reino Unido.

Por sua vez, a baixa relevância atribuída a 'patentes' e licenciamentos tecnológicos' é semelhante ao encontrado por Agrawal e Henderson (2002) em entrevistas com pesquisadores da área de Engenharia Mecânica do MIT.

A figura⁸ 1 retrata as interações dos pesquisadores entre si, com empresas da IMB e com outras empresas da cadeia produtiva. Para sua construção, foram consideradas as interações com empresas informadas pelos próprios pesquisadores. Quanto às interações entre pesquisadores, as mesmas decorrem de publicações e/ou participação em grupos de pesquisa (informações extraídas da Plataforma Lattes).

O amplo conjunto de relacionamentos confirma a existência de um SSI robusto que, em função da avaliação realizada pelos seus próprios elementos constitutivos, também pode ser considerado eficiente.

Dos 31 pesquisadores da amostra, 25 identificaram os relacionamentos que mantém com empresas. No total foram verificadas 108 interações (em média 4,3 relacionamentos por pesquisador). Das relações identificadas, 51 são com (21) empresas da 'Metalurgia básica', 28 são com empresas que estão a jusante ou a montante na cadeia produtiva da metalurgia e as 29 restantes com setores da economia sem proximidade direta com a metalurgia básica.

Para a configuração da rede de interações entre pesquisadores da EMM e a cadeia produtiva da metalurgia básica foram utilizados os relacionamentos dos pesquisadores entre si (12), as relações entre pesquisadores e empresas da 'Metalurgia básica' e as relações entre pesquisadores e empresas da cadeia produtiva da metalurgia básica.

Quando diferentes unidades de um mesmo grupo empresarial foram mencionadas pelos pesquisadores, as interações foram imputadas ao grupo empresarial (G). E, quando da ocorrência de 2 ou mais interações de um único pesquisador com diferentes unidades de um mesmo grupo empresarial, considerou-se apenas uma interação.

Como fica evidente, pesquisadores e empresas desenvolvem, simultaneamente, vários relacionamentos cooperativos, o que é compatível com o perfil extraído do Censo de 2008 do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq por Righi (2009), segundo o qual: 4 empresas da 'Metalurgia' estão entre as 19 mais interativas do país, resultando no segundo setor com maior número de interações, atrás apenas da indústria de 'Celulose, papel e produtos de papel' no qual 5 empresas mantêm 113 interações. Na 'Metalurgia' são 4 empresas e 49 interações com grupos de pesquisa.

⁸ As figuras 1 e 2 (a seguir) foram elaboradas com o software UCINET.

Quanto à participação das universidades e institutos de pesquisa, há aqui, como esperado em função da estrutura do sistema de ensino e pesquisa, grande concentração num conjunto pequeno de universidades, juntas UFMG, USP, UFRGS e UFOP representam mais de 67% da rede. Os únicos institutos de pesquisa representados são o IPT (6), IPEN (6) e CDTN (6). E, excepcionalmente, duas instituições privadas/confessionais também estão presentes a PUC-RJ (9) e o Centro Universitário da FEI (4).

Entre os pesquisadores a concentração também é significativa, de 91 relacionamentos que compõem a rede, mais de 51% resultam de apenas 8 pesquisadores, entre os quais, os mais interativos empreendem, em média, 6 relacionamentos simultâneos.

Vista sob a perspectiva das grandes empresas, a rede de interações revela que a distância geográfica não é um fator de restrição para o estabelecimento dos relacionamentos, uma vez que estas interagem, simultaneamente, com pesquisadores situados em diferentes estados da federação e distintas organizações de pesquisa e ensino. Tendo como exemplo a Usiminas, empresa com o maior número de interações identificadas (10), são 3 pesquisadores da USP, 3 da UFMG e 1 de cada uma das seguintes organizações: UFSCAR, UFOP, PUC-RJ e IPT.

Comportamento semelhante apresenta a Gerdau (9 relacionamentos), Arcelor Mittal (7), Vallourec & Mannesmann (4), CSN (3) e a mineradora, Vale do Rio Doce (3), de todas foram identificadas relações dispersas nas unidades da federação e distantes da unidade empresarial que dá origem ao relacionamento. Juntas as 8 empresas mais interativas centralizam 44 relacionamentos, ou seja, mais de 51% das relações entre pesquisadores e empresas.

No caso das empresas de menor porte, as interações ocorrem em menor quantidade (na maioria delas foi identificado apenas um relacionamento) e, em geral, com elementos da infraestrutura científico-tecnológica localizados no mesmo estado da federação.

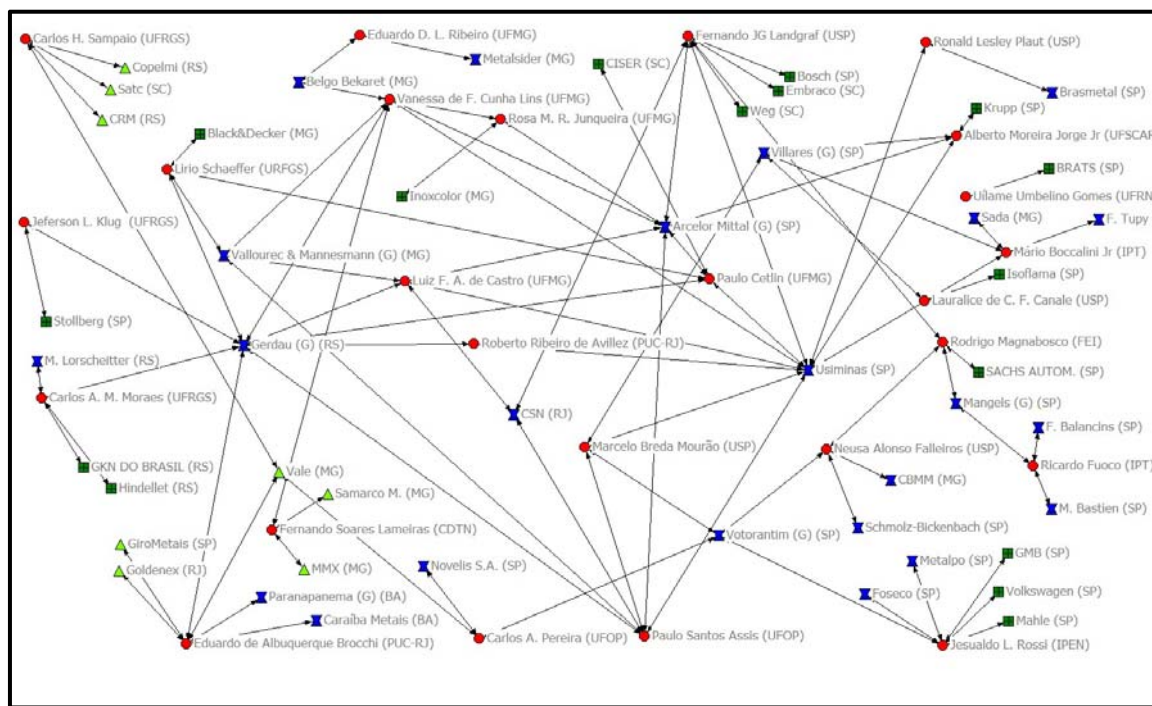


Figura 1. Rede de interações de pesquisadores da EMM e indústrias da cadeia produtiva da Metalurgia Básica.

Legenda: Círculo (vermelho): pesquisador; Triângulos superpostos (azuis): metalurgia básica; Triângulo (verde) e Quadrado (verde) empresas da cadeia produtiva a montante e a jusante respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa.

Portanto, não sendo a distância geográfica a variável determinante das interações é razoável inferir que as empresas adotem como norteador a capacitação do pesquisador/grupo de pesquisa para contribuir na busca de solução para seus problemas tecnológicos e,

consequentemente, estabeleçam relacionamentos em função do reconhecimento de excelência destes em áreas específicas, o que explica a multiplicidade e a dispersão das relações.

Tendo em vista isto, foi solicitado que pesquisadores e empresas indicassem o nome de pesquisadores da EMM que fossem considerados referências em suas respectivas áreas de atuação e optou-se pela não identificação das empresas e pesquisadores votantes para evitar possíveis constrangimentos.

As empresas apontaram o nome de 41 pesquisadores e os pesquisadores 38 que, em 16 casos coincidiram com as indicações das empresas, resultando numa lista de 63 pesquisadores, 16 universidades e 2 institutos de pesquisa. Os 63 pesquisadores referendados têm, segundo informações coletadas na Plataforma Lattes, no mínimo, titulação de doutor e 47 (75%) deles possuem Bolsa de Produtividade em Pesquisa ou em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq. Portanto, a produtividade da pesquisa científica ou tecnológica, critério utilizado pelo CNPq para concessão de bolsa, coincide com os parâmetros adotados por pesquisadores e pela IMB.

A figura 2 apresenta o nome dos pesquisadores da EMM considerados como referência por seus pares e empresas da IMB. Os pesquisadores cuja indicação de empresas e outros pesquisadores foram convergentes têm seus nomes no centro da figura.

Em primeiro lugar, chama a atenção que, no mínimo, 40% dos nomes das duas listas sejam coincidentes o que indica que os parâmetros de excelência usados por empresas e pesquisadores são convergentes.

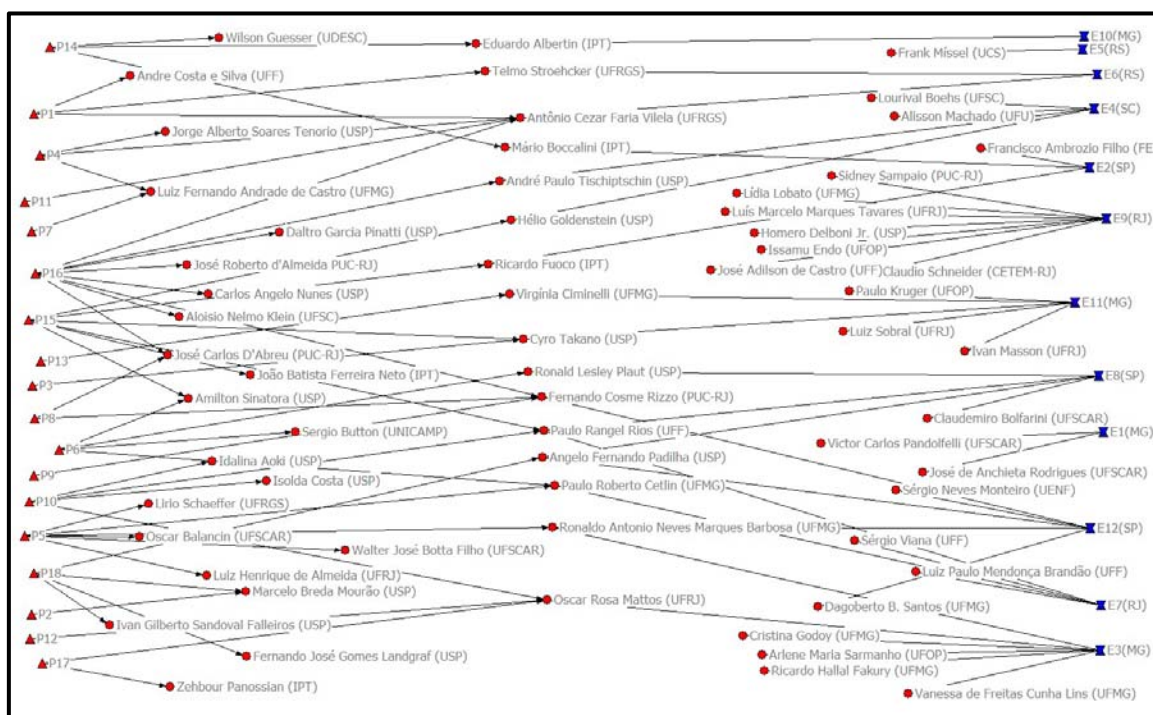


Figura 2. Reconhecimento dos pesquisadores

Legenda: Círculo (vermelho): pesquisador de referência; Triângulos superpostos (azuis): IMB; Triângulo (vermelho): pesquisador.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em segundo lugar, aproximadamente, 50% das indicações realizadas pelas empresas são de pesquisadores que atuam em organizações de ensino/pesquisa fora dos limites estaduais da firma o que confirma que a busca de excelência não está restrita à proximidade espacial.

Sendo assim, os pesquisadores elencados na figura 1, mesmo quando seus nomes não constam da figura 2, são também pesquisadores de referência na medida em que fazem parte da rede de interações de um grande número de empresas e o critério destas é a excelência.

Em terceiro lugar o conjunto de indicações surpreende em função da diversidade de áreas de investigação dos pesquisadores⁹. O que sugere haver uma ampla e profunda cobertura dos temas relevantes para a área e explica porque a maioria das empresas considera que as linhas de pesquisas já existentes nas universidades e institutos de pesquisa estão em sintonia com suas demandas presentes e futuras.

Além disto, a amplitude da lista de pesquisadores de referência e das suas linhas de pesquisa indica haver, por parte das empresas e também dos pesquisadores, um eficaz mapeamento de competências existentes no sistema setorial de inovação. Estas informações somadas às extraídas da figura 1 e das seções anteriores revelam um sistema de inovação rico, no sentido da sua diversidade, robusto em função da multiplicidade e complementariedade das interações, eficiente em virtude da quantidade de inovações produzidas.

Em suma o perfil extraído do setor de 'Metalurgia básica' a partir da IMB revela uma profunda dissonância com o perfil extraído da PINTEC o que, segundo Britto e Oliveira (2011) decorre das empresas presentes na base de dados da *Brazil Survey* constituírem uma espécie de "elite" da estrutura produtiva nacional, no tocante aos esforços tecnológicos realizados.

Na verdade, também os pesquisadores da EMM constituem uma "elite" na estrutura acadêmica nacional, não apenas aqueles apontados como referência da área, mas também os respondentes da pesquisa. Quer pela performance acadêmica, quer pelo grande número de interações identificadas.

Somadas, a elite empresarial e a de pesquisa explicam o Sistema Setorial de Inovação vigoroso formado por IMB e EMM.

Considerações finais

As empresas da IMB que mantém relações cooperativas com universidades e institutos de pesquisa são, sem exceção, inovadoras e mantêm atividades contínuas de P&D. Daí, é possível concluir que os relacionamentos são orientados pela complementação de suas atividades de P&D internas e não pela substituição destas. Adicionalmente, também é possível inferir que o desenvolvimento de atividades internas de P&D não supre as demandas da indústria e, conseqüentemente, suscita a necessidade de interações. Além da convergência da presença de inovações, atividades internas de P&D e interações, tais conclusões são sustentadas pelas principais razões apontadas pela IMB para a interação com a infraestrutura tecnológica: 'realização de testes', 'obtenção de conselhos de cunho tecnológico ou consultoria com pesquisadores e professores', 'contratação de pesquisas complementares' e 'contratação de pesquisas que a empresas não pode fazer'.

Do lado dos pesquisadores os resultados e benefícios auferidos pelas interações indicam que a motivação para as mesmas está na ampliação da produtividade acadêmica, dado que os relacionamentos suscitam novos projetos de pesquisa, contribuem para a elaboração de teses e dissertações, ampliam a capacidade de verificação empírica de seus estudos e, por decorrência, conferem maior confiabilidade e aumentam a capacidade de publicação de suas pesquisas.

Por sua vez, o fato das interações serem positivamente avaliadas por pesquisadores e empresas, darem origem a novos projetos de pesquisa, do ponto de vista dos pesquisadores e, do ponto de vista das empresas, serem consideradas o melhor instrumento para transferência do conhecimento gerado nas universidades e institutos de pesquisa explica o caráter recursivo e a longevidade dos relacionamentos. O sucesso das interações também explica a confiança das empresas na capacidade das pesquisas acadêmicas atenderem suas demandas futuras de conhecimento.

Em síntese, a IMB mantém múltiplos e bem sucedidos relacionamentos cooperativos com universidades e institutos de pesquisa para complementar suas atividades internas de P&D e ampliar o seu poder de inovação. Logo, a definição equivocada do perfil tecnológico dos setores que destinam pequeno percentual do faturamento às atividades inovativas resulta no

⁹ As informações sobre as áreas de interesses dos pesquisadores podem ser verificadas em Silva (2011).

baixo interesse da academia para estudar seus comportamentos inovativos e na ausência de políticas públicas específicas para os mesmos, uma vez que, a concepção de suas demandas tecnológica é obnubilada pelo pressuposto de baixa densidade tecnológica como sinônimo de baixo potencial inovador e dinâmico. No entanto, particularmente, no caso da IMB, tal pressuposto mostra-se mais insidioso em função da sua condição de indústria básica resultar em elevada capacidade de influir na trajetória tecnológica dos demais setores da economia.

Pelo exposto, evidencia-se a necessidade de aprofundar os estudos sobre o comportamento interativo e inovador das indústrias brasileiras de baixa intensidade tecnológica, particularmente, o caso daquelas que já apresentam elevada exposição à concorrência internacional. Adicionalmente, faz-se fundamental criar instrumentos que aproximem objetivos dos setores produtivo e científico.

Referências

- AGRAWAL, Ajay and HENDERSON, Rebecca (2002). Putting patents in context: exploring knowledge transfer from MIT. *Management Science*, v. 48, n. 1, p. 44-60, jan. 2002.
- BRITO CRUZ, Carlos H. de (2004). *Universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa*. In dos Santos et al. (org.) *Ciência, Tecnologia e Sociedade – o desafio da interação*. 2a edição. IAPAR, Londrina, 2004, p.197-232.
- BRITTO, Jorge e OLIVEIRA, Bruno F. de (2011). Padrões setoriais de interação universidade-empresa no Brasil: um mapeamento de competências a partir de informações da pesquisa “Brazil Survey”. *Revista de Economia*, v. 37, n. especial, p. 167-212, 2011. Editora UFPR. 2011.
- CGEE (2008). *Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008.
- COHEN, Wesley M.; NELSON, Richard R. and WALSH, John P. (2002). *Links and impacts: the influence of public R&D on industrial research*. *Management Science*, v. 48, n. 1, pp. 1-23.
- D’ESTE, Pablo and PATEL, Pari (2007). *University–industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?* *Research Policy* 36 (2007) 1295–1313.
- FELLER, Irwin; AILES, Catherine P. and ROESNER, J. David (2002). Impacts of Research Universities on Technological Innovation in Industry: Evidence from Engineering Research Centers. *Research Policy* 31(3), 457-474.
- HIRSCH-Kreinsen, Hartmut, JACOBSON, David and ROBERTSON, Paul. (2006): ‘Low-tech’ Industries: Innovativeness and Development Perspectives – A Summary of a European Research Project. *Prometheus* 24(1): 3-21
- MALERBA, Franco (1992). *Learning by firms and incremental technical change*. *The Economic Journal*, v.102, n.413, p.845-859, Jul., 1992.
- MALERBA, Franco (2002). *Sectoral systems of innovation and production*. *Research Policy* 31 (2002) 247-264.
- NELSON, Richard R. (1996). *As Fontes do Crescimento Econômico*. Campinas, Editora da UNICAMP, 2006.
- RIGHI, Hérica M. (2009). *O Panorama da Interação entre Universidades e a Indústria no Brasil*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da UNICAMP, Campinas, 2009.
- SANTORO, Michael D. (2000). *Success breeds success: the linkage between relationship intensity and tangible outcomes in industry–university collaborative ventures*. *The Journal of High Technology Management Research*, Volume 11, Number 2, pages 255–273.
- SCHARTINGER, Doris; RAMMER, Christian; FISCHER, Manfred M. and FRÖHLICH, Josef (2002). *Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants*. *Research Policy* 31 (2002) 303–328.
- SILVA, Conceição de F. (2011). *Indústria metalúrgica básica brasileira: perfil setorial, inovatividade e interatividade*. Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da UNICAMP, Campinas, 2011.