



NÚMERO: 261/2011
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CONCEIÇÃO DE FÁTIMA SILVA

**INDÚSTRIA METALÚRGICA BÁSICA BRASILEIRA: PERFIL SETORIAL,
INOVATIVIDADE E INTERATIVIDADE.**

Tese apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Política Científica e Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Wilson Suzigan

CAMPINAS – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CÁSSIA RAQUEL DA SILVA – CRB8/5752 – BIBLIOTECA “CONRADO PASCHOALE” DO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UNICAMP

L Si38i	<p>Silva, Conceição de Fátima, 1960- Indústria metalúrgica básica brasileira : perfil setorial, inovatividade e interatividade / Conceição de Fátima Silva-- Campinas,SP.: [s.n.], 2011.</p> <p>Orientador: Wilson Suzigan. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.</p> <p>1. Metalurgia. 2. Interação – Universidade-indústria. 3. Inovação. I. Suzigan, Wilson, 1942- I. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.</p>
------------	--

Informações para a Biblioteca Digital

Título em inglês: Basic metals Brazilian industry : sector profile, innovativeness and interactivity.

Palavras-chaves em inglês:

Basic metals

University – Industry linkages

Innovation

Área de concentração: PC&T – Política Científica e Tecnológica

Titulação: Doutor em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora:

Wilson Suzigan (Presidente)

Marcelo Silva Pinho

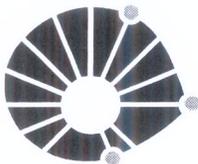
Maria Beatriz Machado Bonacelli

Renato de Castro Garcia

Sérgio Robles Reis de Queiroz

Data da defesa: 01-12-2011

Programa de Pós-graduação em Política Científica e Tecnológica



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

AUTORA: Conceição de Fátima Silva

“Indústria Metalúrgica Básica Brasileira: perfil setorial, inovatividade e interatividade”.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Wilson Suzigan

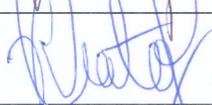
Aprovada em: 01 / 12 / 2011

EXAMINADORES:

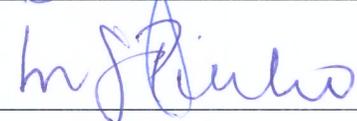
Prof. Dr. Wilson Suzigan

 _____ Presidente

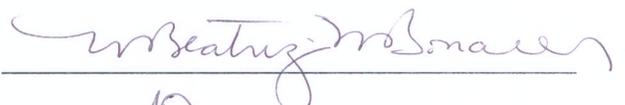
Prof. Dr. Renato de Castro Garcia

 _____

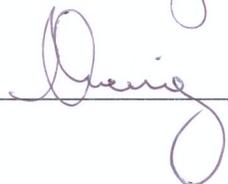
Prof. Dr. Marcelo Silva Pinho

 _____

Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli

 _____

Prof. Dr. Sérgio Robles Reis de Queiroz

 _____

Campinas, 01 de dezembro de 2011

Agradecimentos

Ao Professor Wilson Suzigan, os meus agradecimentos pelo acolhimento generoso, a confiança depositada, a orientação tranquila e segura e a transmissão de conhecimento que, apesar de firme, é feita respeitosa e docemente. Sem a sua condução fraterna dificilmente este trabalho seria concluído.

Aos professores e funcionários do DPCT, em especial, ao Sérgio Robles Reis de Queiroz, Maria Beatriz Machado Bonacelli, Leda Maria Caira Gitahy, André Tosi Furtado, Léa Maria Leme Strini Velho, Maria Conceição da Costa e Valdirene Pinotti, a etapa que se encerra aqui é fruto de um longo aprendizado pessoal e intelectual possibilitado pelo apoio e compartilhamento das ideias e ideais que distinguem o DPCT.

Aos componentes da banca de qualificação: Roberta de Castro Souza (Poli/USP) e Sérgio Robles Reis de Queiroz (IG/UNICAMP), pela contribuição para o aprimoramento do projeto de tese e conclusão do presente trabalho.

Ao meu orientador de mestrado César Roberto Leite da Silva, pela contribuição fundamental para o início de minha carreira acadêmica, pela crença, carinho, incentivo, tolerância e parceria amorosa.

Aos componentes da equipe de pesquisa do Projeto de Interações de Universidades e Institutos de Pesquisa com Empresas no Brasil (*Brazil Survey*) que, sob a coordenação dos professores Wilson Suzigan e Eduardo da Mota e Albuquerque, contribuíram para definir o norte do presente trabalho.

Aos amigos que me foram presenteados pelo doutorado e, espero, permaneçam para além dele, em especial, Hérica Moraes Righi (sorriso farto, carinho e colaboração em todas as horas) e Renato Garcia (confiança e generosidade).

Aos amigos que chegaram por outras vias, mas se fizeram imprescindíveis nesta jornada: Adriana, Cláudia, Paulon e Susana.

Aos amigos de toda a vida: Sueli, Jorge, Angela, Fernanda, Zilma, Fred e Marta.

Por fim, às minhas irmãs, sobrinhas e sobrinhos, pelo amor, força e apoio incondicional. Sem vocês, teria pouco sentido e seria muito menos prazeroso.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1 REFERENCIAL TEÓRICO	7
1.1 A ESCOLA EVOLUCIONÁRIA NEO-SCHUMPETERIANA	11
1.2 SISTEMAS DE INOVAÇÃO.....	20
1.2.1 <i>Sistema Nacional de Inovação</i>	23
A Abordagem de SNI para os Países em Desenvolvimento	28
1.2.2 <i>Sistema Regional ou Local de Inovação</i>	31
1.2.3 <i>Sistema Tecnológico de Inovação</i>	34
1.2.4 <i>Sistema Setorial de Inovação</i>	35
1.3 UNIVERSIDADES E EMPRESAS NOS SI'S	39
1.3.1 <i>Interação Universidade-Empresa (IUE)</i>	43
1.4 AVALIAÇÕES EMPÍRICAS DO REFERENCIAL TEÓRICO	47
2 PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA.	61
2.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS	63
2.1.1 <i>Análise de Cluster</i>	75
2.2 DESEMPENHO INOVADOR DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO NACIONAL.....	77
2.3 TIPOLOGIA ECONÔMICA E CONDUTAS INOVATIVAS.....	79
2.3.1 <i>Estrutura e desempenho econômico</i>	80
2.3.2 <i>Esforços inovativos</i>	84
2.3.3 <i>Resultados dos esforços inovativos</i>	90
2.3.4 <i>Fontes de informação</i>	94
2.3.5 <i>Fontes de inovação</i>	100
2.3.6 <i>Interatividade</i>	106
2.3.7 <i>Trajetórias tecnológicas</i>	112
2.4 PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO.....	117
2.4.1 <i>Desempenho dos setores de baixa densidade tecnológica e elevada propensão exportadora na PINTEC</i>	126

3	INDÚSTRIA METALÚRGICA BÁSICA E CURSOS DE ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA: VOCAÇÃO INTERATIVA	131
3.1	A INDÚSTRIA DE METALURGIA BÁSICA.....	133
3.1.1	<i>Tamanho e Relevância Econômica da Metalurgia Básica.....</i>	<i>137</i>
3.1.2	<i>Perfil Inovativo da Metalurgia Básica</i>	<i>140</i>
3.2	OS CURSOS DE ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS.....	157
3.2.1	<i>Perfil Interativo dos Cursos.....</i>	<i>162</i>
4	O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO DA METALURGIA BÁSICA	169
4.1	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	170
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DA INDÚSTRIA.....	171
4.3	PERFIL INOVATIVO DA IMB	175
4.3.1	<i>Esforços Inovativos</i>	<i>175</i>
4.3.2	<i>Resultados Inovativos.....</i>	<i>177</i>
4.3.3	<i>Foco da Trajetória Tecnológica.....</i>	<i>179</i>
4.3.4	<i>Fontes de Informação.....</i>	<i>180</i>
4.3.5	<i>Relações Interativas.....</i>	<i>190</i>
4.4	PERFIL E RESULTADOS DOS RELACIONAMENTOS INTERATIVOS COM A INDÚSTRIA	194
4.5	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DOS PESQUISADORES	211
	CONCLUSÕES.....	215
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	223
	BIBLIOGRAFIA	238
	ÍNDICE REMISSIVO.....	240
	APÊNDICE A: Anexos estatísticos.....	242
	APÊNDICE B: Quadros anexos.....	254
	APÊNDICE C: Questionário Empresa.....	276
	APÊNDICE D: Questionário Pesquisador.....	288

Lista de Siglas

ABMM – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
D&E – Desenho e Engenharia
EENS – Escola Evolucionista Neo-Schumpeteriana
EMM – Engenharia de Materiais e Metalurgia
FEI – Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciana
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMB – Indústria de Metalurgia Básica
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica
IUE – Interação Universidade Empresa
MEC – Ministério da Educação
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PIA – Pesquisa Industrial Anual
PINTEC – Pesquisa de Inovação Tecnológica
PINTEC – Pesquisa de Inovação Tecnológica
PUC RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SECEX – Secretaria de Comércio Exterior
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESU – Secretaria de Educação Superior
SI – Sistema de Inovação
SLI – Sistema Local de Inovação
SNI – Sistema Nacional de Inovação
SRI – Sistema Regional de Inovação

SSI – Sistema Setorial de Inovação
STI – Sistema Tecnológico de Inovação
UCS – Universidade de Caxias do Sul
UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense
UE – União Europeia
UFF – Universidade Federal Fluminense
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto
UFPA – Universidade Federal do Pará
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos
UFU – Universidade Federal de Uberlândia
UNESP – Universidade Estadual de São Paulo
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa
USP – Universidade de São Paulo

Lista de Quadros

QUADRO 1.1 - CATEGORIAS E CANAIS DE IUE	46
QUADRO 1.2 - CANAIS DE IUE SEGUNDO O DIRETÓRIO DOS GRUPOS DE PESQUISA DO CNPQ	47
QUADRO 2.3. INDICADORES DE ESTRUTURA E DESEMPENHO.	66
QUADRO 2.4. INDICADORES DE RESULTADOS DO ESFORÇO INOVATIVO.	67
QUADRO 2.5. INDICADORES DE ESFORÇO INOVATIVO.	68
QUADRO 2.6. INDICADORES DE FONTES DE INFORMAÇÕES	70
QUADRO 2.7. INDICADORES DE FONTES DE INOVAÇÃO.	71
QUADRO 2.8. INDICADORES INTERATIVIDADE.	72
QUADRO 2.9. TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA	74
QUADRO 2.10. RESUMO DA ANÁLISE DE CLUSTER I: ESTRUTURA E DESEMPENHO.....	84
QUADRO 3.11. DISTRIBUIÇÃO DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS NO SETOR DE METALURGIA BÁSICA.	134
QUADRO 3.12. CLASSIFICAÇÃO DA INDÚSTRIA SEGUNDO A DENSIDADE TECNOLÓGICA.....	136
QUADRO 3.13. REFERENCIAL DOS CURSOS DE ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS.....	159
QUADRO 3.14. REFERENCIAL DOS CURSOS DE ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS.....	160
QUADRO 3.15 - DISTRIBUIÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS, BRASIL (2010).....	161
QUADRO 3.16 - DISTRIBUIÇÃO DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA, BRASIL (2010)	162
QUADRO 3.17. TIPO DE RELACIONAMENTO DOS GRUPOS DE PESQUISA DA EMM, 2008.	166
QUADRO 4.18. EMPRESAS ENTREVISTADAS.....	174
QUADRO 4.19. UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISAS CONSIDERADOS RELEVANTES PARA AS ATIVIDADES DE PESQUISAS DA IMB.	189
QUADRO 4.20. PESQUISADORES ENTREVISTADOS.	213
QUADRO ANEXO 1. RESUMO DO REFERENCIAL EMPÍRICO	256
QUADRO ANEXO 2. CLASSIFICAÇÃO DOS SETORES ECONÔMICOS SEGUNDO A DENSIDADE TECNOLÓGICA.....	269
QUADRO ANEXO 3 – ENTIDADES DE CLASSE LIGADAS À METALURGIA BÁSICA.....	269
QUADRO ANEXO 3. PESQUISADORES DE REFERÊNCIA NA ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALURGIA.	270

Lista de Tabelas

TABELA 2.1. RESULTADOS DO PROCESSO INOVATIVO DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, 2008.	79
TABELA 2.2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA): ESTRUTURA E DESEMPENHO.....	81
TABELA 2.3. ANÁLISE DE CLUSTER I: ESTRUTURA E DESEMPENHO	83
TABELA 2.4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA): ESFORÇOS INOVATIVOS.....	85
TABELA 2.5. ANÁLISE DE CLUSTER II: ESFORÇOS INOVATIVOS	89
TABELA 2.6. ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA): RESULTADOS DOS ESFORÇOS INOVATIVOS	90
TABELA 2.7. ANÁLISE DE CLUSTER III: RESULTADOS DO ESFORÇO INOVATIVO	93
TABELA 2.8. ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA): FONTES DE INFORMAÇÃO	95
TABELA 2.9. ANÁLISE DE CLUSTER IV: FONTES RELEVANTES DE INFORMAÇÃO.....	98
TABELA 2.10. ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA): FONTES DE INOVAÇÃO.....	101
TABELA 2.11. ANÁLISE DE CLUSTER V: FONTES DE INOVAÇÃO	104
TABELA 2.12. ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA): INTERATIVIDADE	107
TABELA 2.13. ANÁLISE DE CLUSTER VI: INTERATIVIDADE.....	111
TABELA 2.14. ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA): TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA.....	113
TABELA 2.15. ANÁLISE DE CLUSTER 6: TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS.	116
TABELA 2.16. PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA EM 2008.	123
TABELA 2.17. ESTRUTURA E PERFIL INOVATIVO DOS SETORES DE BAIXA DENSIDADE TECNOLÓGICA E ELEVADA PERFORMANCE EXPORTADORA.....	127
TABELA 3.18. TAMANHO DA INDÚSTRIA METALÚRGICA BÁSICA, 2008.....	137
TABELA 3.19. DESEMPENHO DA METALURGIA BÁSICA: PRODUÇÃO INDUSTRIAL, 2008.....	138
TABELA 3.20. DESEMPENHO DA METALURGIA BÁSICA NAS EXPORTAÇÕES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, BRASIL, 2008.	139
TABELA 3.21. ESTRUTURA E DESEMPENHO DA METALURGIA BÁSICA E INOVATIVIDADE DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO EM PAÍSES SELECIONADOS DA UNIÃO EUROPEIA E BRASIL.	143
TABELA 3.22. TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA METALURGIA BÁSICA EM PAÍSES SELECIONADOS DA UNIÃO EUROPEIA E BRASIL.....	146
TABELA 3.23. FONTES DE INFORMAÇÃO DAS EMPRESAS INOVADORAS DA METALURGIA BÁSICA NA UNIÃO EUROPEIA E BRASIL.	148
TABELA 3.24. FONTES DE INOVAÇÃO DE EMPRESAS INOVADORAS DA METALURGIA BÁSICA EM PAÍSES SELECIONADOS DA UNIÃO EUROPEIA E BRASIL.	150

TABELA 3.25. DISTRIBUIÇÃO DOS GASTOS EM ATIVIDADES INOVATIVAS DAS EMPRESAS INOVADORAS DA METALURGIA BÁSICA NA UNIÃO EUROPEIA E BRASIL.....	151
TABELA 3.26. EMPRESAS INOVADORAS DA METALURGIA BÁSICA COM RELAÇÕES DE COOPERAÇÃO EM PAÍSES SELECIONADOS DA UNIÃO EUROPEIA E BRASIL.....	154
TABELA 4.26. ESFORÇOS INOVATIVOS DA IMBA.....	176
TABELA 4.28. RESULTADOS DO PROCESSO INOVATIVO.....	178
TABELA 4.29. FOCO DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA.....	180
TABELA 4.30. FONTES DE INFORMAÇÃO DE OUTRAS EMPRESAS.....	183
TABELA 4.31. FONTES DE INFORMAÇÃO DAS UNIVERSIDADES.....	185
TABELA 4.32. FONTES DE INFORMAÇÃO DOS INSTITUTOS DE PESQUISA.....	186
TABELA 4.33. IMPORTÂNCIA DOS RESULTADOS OU RECURSOS PRODUZIDOS POR UNIVERSIDADES OU INSTITUTOS DE PESQUISA.....	187
TABELA 4.34. CARACTERÍSTICAS DAS INTERAÇÕES COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA.....	191
TABELA 4.35. CARACTERÍSTICAS DOS RELACIONAMENTOS COM EMPRESAS.....	196
TABELA 4.36. PERCEPÇÃO DE RELEVÂNCIA DOS CANAIS DE INFORMAÇÃO UTILIZADOS PELAS EMPRESAS PARA IDENTIFICAR OS PESQUISADORES.....	197
TABELA 4.37. DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO ENTRE AS ATIVIDADES SELECIONADAS.....	211
TABELA ANEXA 1. EMPRESAS, TOTAL E AS QUE IMPLEMENTARAM INOVAÇÕES, SEGUNDO AS ATIVIDADES SELECIONADAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, BRASIL, 2006-2008.....	244
TABELA ANEXA 2. EMPRESAS INOVADORAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO E TAXA EFETIVA DE INOVAÇÃO, BRASIL, 2006-2008.....	245
TABELA ANEXA 3. ESFORÇOS INOVATIVOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, BRASIL, 2006-2008.....	246
TABELA ANEXA 4. FONTES RELEVANTES DE INFORMAÇÃO DAS EMPRESAS INOVADORAS, SEGUNDO AS ATIVIDADES SELECIONADAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, BRASIL, 2006-2008.....	247
TABELA ANEXA 5. DISTRIBUIÇÃO DOS GASTOS RELACIONADOS ÀS ATIVIDADES INOVATIVAS, SEGUNDO AS ATIVIDADES SELECIONADAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, BRASIL, 2006-2008.....	249
TABELA ANEXA 6. RELAÇÕES COOPERATIVAS.....	250
TABELA ANEXA 7. TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA.....	251
TABELA ANEXA 8. ESTRUTURA E DESEMPENHO SETORIAL, SEGUNDO AS ATIVIDADES SELECIONADAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, BRASIL, 2008.....	252
TABELA ANEXA 9. DISPÊNDIOS INOVATIVOS NAS EMPRESAS INOVADORAS, SEGUNDO AS ATIVIDADES SELECIONADAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO, BRASIL, 2006-2008.....	253

Lista de Gráficos e Figuras

GRÁFICO 2.1. TAXA DE INOVAÇÃO DE PAÍSES SELECIONADOS DA UNIÃO EUROPEIA, 2006.....	78
GRÁFICO 4.2. RELEVÂNCIA DAS FONTES DE INFORMAÇÃO PARA INOVAÇÃO.....	182
GRÁFICO 4.3. GRAU DE RELEVÂNCIA DAS ÁREAS DE CONHECIMENTO SELECIONADAS.....	188
GRÁFICO 4.4. FUNÇÃO DAS UNIVERSIDADES PARA A EMPRESA.....	190
GRÁFICO 4.5. OBJETIVOS DA COLABORAÇÃO COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA.....	193
GRÁFICO 4.6. GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS RELACIONAMENTOS MANTIDOS COM AS EMPRESAS.....	198
GRÁFICO 4.7. GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS RESULTADOS OBTIDOS PELOS RELACIONAMENTOS COOPERATIVOS COM EMPRESAS.....	199
GRÁFICO 4.8. GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DO RELACIONAMENTO COM EMPRESAS.....	200
GRÁFICO 4.9. DIFICULDADES DO RELACIONAMENTO COM EMPRESAS.....	202
GRÁFICO 4.10. GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS CANAIS DE TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO DO PESQUISADOR PARA AS EMPRESAS.....	203
FIGURA 4.1. REDE DE INTERAÇÕES DE PESQUISADORES DA EMM E INDÚSTRIAS DA CADEIA PRODUTIVA DA METALURGIA BÁSICA.....	206
FIGURA 4.2. RECONHECIMENTO.....	210



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

INDÚSTRIA METALÚRGICA BÁSICA BRASILEIRA: Perfil Setorial, inovatividade e interatividade.

Resumo

Tese de Doutorado

Conceição de Fátima Silva

A Indústria de Metalurgia Básica – IMB (Produção de ferro-gusa e ferroliga, Siderurgia, Produção de tubos de aço exceto tubos sem costura, Metalurgia de metais não ferrosos e Fundição) brasileira é internacionalmente competitiva e detém a posição de segundo maior exportador da indústria de transformação nacional. Ao mesmo tempo, apesar de ser uma indústria de baixa densidade tecnológica, destaca-se como uma indústria de elevada interatividade com a infraestrutura científica e tecnológica, segundo dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. Segundo os dados da PINTEC, no entanto, a IMB é uma das indústrias de mais baixa inovatividade da economia nacional, o que é incompatível com o seu desempenho econômico e competitividade internacional. Tendo em vista estas considerações, o presente trabalho tem como tema a conduta inovativa da IMB e foi norteado por três problemas interdependentes de pesquisa, quais sejam, investigar as motivações para a elevada interatividade desta indústria com a infraestrutura científica e tecnológica, avaliar as razões pelas quais as suas elevadas interatividade e competitividade não resultam em um perfil inovativo positivamente diferenciado na PINTEC e, finalmente, identificar as demandas e características dos seus relacionamentos com pesquisadores da área de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Para tanto, foram utilizados os referenciais teóricos da Escola Evolucionária Neo-Schumpeteriana e as metodologias de análise de cluster, análise comparada e entrevistas estruturadas. Os resultados mostram uma indústria de elevado esforço inovativo, alto desempenho inovador e elemento central de um Sistema Setorial de Inovação longo, atuante e robusto. Adicionalmente, foi identificada a inadequação da definição do perfil setorial a partir do número de empresas em atuação pois, em um setor em que é grande o número de empresas, mas é elevada a concentração econômica, o conjunto de empresas que define o perfil setorial é restrito e é este que deve ser considerado na avaliação do comportamento setorial. A conduta inovativa da IMB, bem como as idiosincrasias das indústrias de baixa densidade tecnológica e elevada concentração econômica sugerem a necessidade de, dada a relevância econômica destes setores, aprofundar os estudos e definir políticas públicas específicas para essas indústrias.

Palavras-chave: Metalurgia básica, Interação universidade empresa, Inovação



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

BASIC METALS BRAZILIAN INDUSTRY: Sector Profile, innovativeness and interactivity

Abstract

The Brazilian Basic Metals Industry – BMI (Production of pig iron and ferro-alloy, Steel, Production of steel tubes except seamless tubes, Non-ferrous Metallurgy and Foundry) is internationally competitive and is the second largest exporter of the industry of national transformation. At the same time, despite being a low-density technology industry, stands out as an industry of high interactivity with the scientific and technological infrastructure according to the CNPq Directory of Research Group. According to the PINTEC data, however, IBM is one of the lowest innovativeness industry of the national economy, which is incompatible with its economic performance and international competitiveness. With these considerations, this work has as its theme the IBM innovative conduct and it was guided by three interrelated research problems, which are to investigate the reasons for the high interactivity of this industry with the scientific and technological infrastructure, to assess the reasons why their high interactivity and competitiveness do not result in a positively different innovative profile in PINTEC and finally, to identify the demands and characteristics of their relationships with researchers from the Metallurgy and Materials Engineering area. For this, it was used the theoretical references from the Neo-Schumpeterian Evolutionary School and the methodologies for cluster analysis, comparative analysis and structured interviews. The results show a high innovative effort industry, high performance and central element of a long-life, active and robust Sector Innovation System. In addition, it was identified the inadequacy of the definition of the sector profile from the number of companies in operation because, in a sector where the number of companies is large but the economic concentration is high, the group of companies that define the sector profile is limited and this is the one that must be considered in assessing the sector behavior. The innovative conduct of IBM as well as the idiosyncrasies of low technological density and high economic concentration industries suggest the need, given the economic importance of these sectors, for further studies and define specific public policies for these industries.

Keywords: Basic metals, University-Industry linkages, Innovation

INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica é condição fundamental para a competitividade das empresas e, em que pesem as idiosincrasias de cada unidade empresarial, não resulta de comportamentos autossuficientes e atos isolados ou intermitentes. Ao contrário, consiste em processo para o qual é fundamental a busca contínua, o compartilhamento de informações e a abertura para absorção do conhecimento produzido por outrem, em outras palavras, a inovação resulta de ações continuadas e exige comportamento interativo.

Tais características fazem da inovatividade um processo sistêmico, baseado no fluxo de conhecimento e no aprendizado interativo, do qual a empresa é o agente central, uma vez que é ela a responsável pela implementação das mudanças de produto e/ou processo que definem a inovação propriamente dita. Conquanto, para fazê-lo, dependa de elementos que lhes são externos como recursos tecnológicos oriundos de seus fornecedores, demandas de seus consumidores e, fundamentalmente, conhecimentos que estão dispersos na sociedade e são particularmente produzidos pelas organizações de pesquisa e ensino.

Portanto, o caráter sistêmico da inovação e a sua demanda contínua por novos conhecimentos pressupõem o esforço interativo das empresas e dá origem ao conceito de ‘Sistemas de Inovação’ como “o conjunto de atores e variáveis econômicas, sociais, políticas, organizacionais, institucionais, bem como todos os outros fatores que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso das inovações” (Edquist, 2001a). Neste sentido, a condição para ser inovadora está na capacidade da empresa para promover

mudanças em seus produtos e processos e, para tanto, na capacidade de trocar e absorver o conhecimento gerado nos ambientes interno e externo.

Tendo em mente essa concepção de empresa inovadora, o presente esforço de pesquisa adota a abordagem de sistemas de inovação, particularmente, de sistema setorial de inovação e tem por finalidade última a caracterização do sistema de inovação composto, fundamentalmente, pela Indústria de Metalurgia Básica e pesquisadores da Engenharia de Materiais e Metalurgia.

A indústria de metalurgia básica é constituída pelas atividades de produção de ferro-gusa e ferroliga, siderurgia, produção de tubos de aço exceto tubos sem costura, metalurgia de metais não ferrosos e fundição. Sua competitividade pode ser atestada pela relevante presença no comércio internacional (o país é o 15º maior exportador e o 5º maior exportador líquido de aço do mundo) e o principal indício de sua participação num sistema setorial de inovação é a existência de um amplo e duradouro conjunto de relacionamentos entre pesquisadores e empresas do setor.

Tendo em vista a sua condição de indústria básica, ou seja, fornecedora de insumos para outras indústrias, a metalurgia básica situa-se no início da cadeia produtiva e desempenha um papel fundamental em qualquer país, uma vez que o seu desempenho gera impactos sobre diversos outros setores e, por esta razão, as inovações introduzidas pelo setor são disseminadas por toda a economia. Além disto, no caso brasileiro, mais fundamental ainda em função de seu desempenho no comércio internacional. O setor da metalurgia básica é o segundo maior exportador nacional (superado apenas pela indústria de Alimentos e Bebidas).

Assim, a importância da metalurgia básica para o desempenho da economia nacional determina a relevância dos estudos acerca de seu comportamento e competitividade. Adicionalmente, o estudo é relevante em função do pequeno número de investigações acerca do comportamento inovativo nos setores (como a 'Metalurgia básica') de baixa densidade tecnológica.

No tocante ao comportamento inovativo, a metalurgia básica merece destaque em função de, apesar de ser uma indústria madura e de baixa intensidade tecnológica, situar-se entre aquelas com maior número de empresas que realizam interações com a infraestrutura científica e tecnológica do país, conforme o Censo do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, o que sugere uma conduta de elevado esforço inovativo na comparação com as demais indústrias nacionais.

Contudo, a análise dos dados da PINTEC situa essa indústria entre aquelas de menor desempenho inovativo e esforços abaixo da média da indústria de transformação nacional. O que é incompatível com o seu perfil extraído do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e, conseqüentemente, suscitou o problema desta pesquisa, uma vez que as relações colaborativas com universidades e institutos de pesquisa representam, sob a perspectiva da firma, um instrumento para complementação das atividades inovativas internas, ampliação do seu poder criativo e um indicador relevante de seu empenho na promoção de inovações.

Neste sentido, mesmo levando em consideração o fato das atividades voltadas para a inovação representarem um risco no sentido da ausência de garantia de que as mesmas resultem em inovações e, por conseguinte, as empresas interativas apresentem elevado grau de inovatividade, é plausível supor que estas empresas sejam mais inovadoras e apresentem maiores esforços inovativos que a média. Segundo dados da ECLAC (2008), no Brasil, 94,5% das empresas que participam de redes cooperativas são empresas inovadoras, ao mesmo tempo, entre as empresas não interativas a taxa de inovação cai para 40,2%.

Ao mesmo tempo, o perfil da indústria de metalurgia básica, construído a partir dos dados da PINTEC, também é dissonante com o comportamento da mesma indústria em outras economias, particularmente nos países da União Europeia.

Assim, partindo da verificação empírica e dos referenciais teóricos da Escola Evolucionária Neo-Schumpeteriana, o objetivo deste estudo é propor um perfil inovativo para a indústria de Metalurgia Básica brasileira, que contrasta com aquele que transparece dos dados da PINTEC. No entanto, é compatível com o padrão de conduta

de suas congêneres internacionais, com o seu desempenho econômico e, principalmente, com o comportamento identificado num conjunto de empresas relevantes do setor.

Em um segundo plano, busca também identificar o comportamento do Sistema Setorial de Inovação constituído por empresas da Metalurgia básica e a área de conhecimento da Engenharia de Materiais e Metalurgia.

Para tanto, utiliza como referenciais empíricos a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC 2008), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e entrevistas realizadas com 28 empresas do setor e 31 pesquisadores da Engenharia de Materiais e Metalurgia.

Quanto às metodologias empregadas, primeiramente, aplica a análise comparada das informações constantes na PINTEC 2008 para 22 grupos da indústria de transformação nacional, agregadas no nível de dois dígitos do código Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Adicionalmente, é realizada uma análise de cluster, com o objetivo precípuo de avaliar se o comportamento da 'Metalurgia básica', bem como dos outros setores da indústria de transformação é condizente com os referenciais teóricos da Escola Evolucionária Neo-Schumpeteriana.

Em uma segunda etapa, através de análises quantitativa e qualitativa das entrevistas realizadas com executivos de empresas e pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa, é traçado o perfil inovativo da 'Metalurgia básica' e a conformação do Sistema Setorial de Inovação, do qual ela é a figura central.

Quanto à sua concepção, este estudo faz parte de um projeto internacional (A Program of Study of the Process Involved in Technological and Economic Catch up) coordenado pelo professor Richard Nelson (Columbia University - New York) e no Brasil conduzido pelos professores Wilson Suzigan (UNICAMP) e Eduardo da Mota Albuquerque (UFMG) que tem por objetivo entender os relacionamentos entre universidades e institutos de pesquisa com empresas e "avaliar as possibilidades de realização de

processos de *catching up* tecnológico e econômico do país em relação às fronteiras científicas e tecnológicas mundiais” (Suzigan, Albuquerque e Cario, 2011, p.10).

Organização do trabalho:

O presente estudo está organizado em 4 capítulos, além desta introdução e das considerações apresentadas no final do trabalho.

O primeiro capítulo é dedicado aos referenciais teóricos, empíricos e metodológicos da pesquisa cujo norteador é a Escola Evolucionária Neo-Schumpeteriana e o principal substrato é a percepção da inovação e das interações como elos seminais da qualificação competitiva das firmas.

O segundo capítulo avalia, através dos dados da PINTEC 2008, a performance e o perfil inovativo das indústrias nacionais de transformação, em particular, a indústria de metalurgia básica, no período 2006-2008. As análises sugerem que as características estruturais da Metalurgia Básica, bem como de outras indústrias, exigem uma avaliação criteriosa dos resultados extraídos da PINTEC.

No terceiro capítulo busca-se a contextualização econômica, competitiva e inovativa da Metalurgia Básica e a caracterização dos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Aqui, merecem destaque o desempenho competitivo da indústria, as dissonâncias decorrentes da comparação com o comportamento inovativo dos concorrentes internacionais e o perfil interativo dos cursos que, em muitos casos, desde sua criação, adotaram o estilo vocacional marcado pela afinidade com as demandas do setor produtivo.

O quarto capítulo analisa os resultados das entrevistas realizadas com representantes das empresas e da infraestrutura científico-tecnológica da ‘Metalurgia básica’ brasileira. O perfil inovativo construído a partir das entrevistas elimina as incongruências verificadas anteriormente e, ao mesmo tempo, o sistema setorial de inovação revelado

é, em síntese, longo, vigoroso, eficiente e seus componentes apresentam elevada percepção acerca da importância e benefícios dos relacionamentos cooperativos.

Por último, as considerações finais sintetizam as principais conclusões extraídas do presente trabalho e apresentam algumas sugestões de políticas públicas e esforços futuros de pesquisa.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de Sistema de Inovação (SNI) foi elaborado, no início dos anos 1980, em trabalhos independentes, pelos economistas neo-schumpeterianos Christopher Freeman e Bengt-Ake Lundvall. De lá para cá, evoluiu como resultado de esforços múltiplos de diferentes pesquisadores que buscam compreender os processos inovativos no ambiente econômico e elucidar questões problemáticas de ordem positiva e normativa.

Neste sentido, pode ser considerado um constructo coletivo, já que a sua versão contemporânea decorre da soma de diferentes contribuições, resultantes de demandas teóricas e práticas de elaboradores de políticas públicas e estudiosos sobre ciência, tecnologia, comércio internacional, competitividade industrial, desenvolvimento econômico e tecnológico.

Dentre as demandas que o conceito busca atender está a mudança na percepção acerca do relacionamento da tríade: ciência, tecnologia e inovação. Da abordagem linear, baseada em relações unidirecionais (da ciência básica para a ciência aplicada e desta para a tecnologia) para um modelo de relações recíprocas e multidirecionais. Sob esta perspectiva, ciência, tecnologia e inovação são variáveis interdependentes cujos desempenhos decorrem, não exclusivamente, de suas performances isoladas, mas também da quantidade, qualidade e intensidade das relações que estabelecem entre si, ou seja, há um relacionamento sistêmico entre as partes.

Uma segunda demanda foi colocada pelas pesquisas acerca do desenvolvimento econômico e da competitividade de diferentes países e suas indústrias no comércio

internacional¹. Estudos comparativos demonstravam que a dotação de fatores (argumento neoclássico) era insuficiente para explicar as diferenças de desempenho apresentadas e indicavam, para um grande número de pesquisadores, que a competitividade e o crescimento econômico estavam baseados na capacidade inovativa² e esta, por sua vez, não era um evento isolado, decorrente da mera existência de instituições e atividades de P&D no território nacional, mas também da quantidade e intensidade das relações estabelecidas entre os diferentes agentes, ou seja, da integração sistêmica dos agentes econômicos.

Vinculado à demanda por um modelo dinâmico do desenvolvimento econômico, estava também o esforço desenvolvido por diferentes economistas para responder a uma fonte de recorrentes insatisfações e críticas ao pensamento econômico, a inexistência de uma teoria do crescimento que integrasse diferentes áreas do conhecimento humano e absorvesse o papel de instituições e condições macroeconômicas na determinação do aumento da produtividade das firmas e, adicionalmente, apreendesse o conhecimento como um recurso econômico. Ora, numa perspectiva em que diferentes elementos estão integrados e as performances finais são mutuamente determinadas, temos uma abordagem sistêmica.

Do ponto de vista normativo, havia, desde o final da Segunda Grande Guerra, um intenso debate acerca das políticas públicas voltadas para o incentivo à P&D e sobre o papel dos diferentes agentes econômicos na promoção do desenvolvimento. Debate no qual a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)³ teve um papel relevante através da elaboração de análises comparativas e da busca de novos instrumentos de políticas públicas. E, no começo da década de 70, diversos artigos e relatórios publicados pela OCDE já defendiam a tese de uma abordagem

¹ Para Freeman e Soete (1974) tais demandas resultam do “mal-estar com as estruturas teóricas vigentes no comércio internacional”.

² Nelson (1996, p. 428) aponta também para o surgimento de um ‘tecnacionalismo’ que combina “uma forte crença de que as aptidões tecnológicas de firmas nacionais são uma fonte-chave para o desempenho competitivo com a crença de que essas aptidões são em certo sentido de caráter nacional, e podem ser construídas através de uma ação nacional”.

³ Não coincidentemente, a primeira referência explícita ao conceito de SNI foi feita por Christopher Freeman em um artigo produzido para a OCDE em 1982.

sistêmica das áreas de P&D, um exemplo é a coletânea “The Research System” de 1972⁴.

Assim, alimentado por diferentes demandas que, a partir da década de 1960 tornaram-se mais robustas, estava colocado um conjunto de indagações, acerca de processos inovativos, desenvolvimento econômico e competitividade industrial e nacional, entre outros, cuja busca por resposta resultaria, para pesquisadores de diferentes correntes do pensamento econômico, no conceito de Sistema de Inovação (SI) que, do ponto de vista formal, é tratado como um ‘conceito’ por ser uma representação imaginária, uma forma de abordagem da realidade circunstante.

Ainda do ponto de vista formal, tem-se um ‘sistema’ de inovação porque o conceito envolve um conjunto ou arranjo de elementos tangíveis ou intangíveis que estabelecem interações, possuem funções específicas e, conseqüentemente, funcionam como uma estrutura organizada, na qual a performance do conjunto, no caso presente a inovação propriamente dita, depende do desempenho das partes e das relações que estas mantêm entre si. Relações estas que, em geral, formam subsistemas.

Desta concepção sistêmica, surge a variante mais estudada do SI, o Sistema Nacional de Inovação (SNI) que resulta do reconhecimento de que as fronteiras nacionais formatam o ambiente institucional (legal, financeiro, político e cultural) no qual as organizações estão instaladas e, desta maneira, influenciam marcadamente o comportamento por elas adotado, o que, por sua vez, define o comportamento e o desempenho do sistema como um todo.

Contudo, apesar de sua relevância, a abordagem nacional não prescinde de abordagens complementares que, dada a característica dos sistemas de funcionarem a partir da constituição de subsistemas, buscam captar especificidades de determinados setores da indústria ou áreas de conhecimento, arcabouços institucionais locais ou regionais e particularidades impostas por determinadas tecnologias. Portanto, é

⁴ Para o aprofundamento do debate sobre o papel da OCDE na construção dos conceitos de Sistemas de Inovação ver: GODIN (2004 e 2007).

pertinente falarmos da existência, dentro do SNI, de Sistemas Setoriais de Inovação (SSI), Sistemas Regionais de Inovação (SRI), Sistema Locais de Inovação (SLI) e Sistema Tecnológico de Inovação (STI).

Apesar de sua utilização por economistas de diferentes matizes teóricos, o que resulta em abordagens distintas, particularmente, em razão da função e relevância atribuída a cada um de seus elementos constitutivos, a abordagem de SI foi inicialmente proposta por pesquisadores da escola evolucionária neo-schumpeteriana, têm sido eles os principais responsáveis pela difusão e aperfeiçoamento do conceito-síntese e são deles os principais referenciais teórico-metodológicos desta pesquisa.

Assim, na primeira seção deste capítulo de fundamentação teórica, empírica e metodológica são apresentados os princípios que sustentam a escola evolucionária neo-schumpeteriana (EENS), utilizando como referência primária o livro “Uma teoria evolucionária da mudança econômica” de Richard R. Nelson e Sidney G. Winter. A obra, apesar de não ser a primeira a tratar do tema, é considerada o melhor substrato do pensamento da escola e um marco teórico fundamental da integração dos princípios evolucionários à teoria econômica.

A abordagem de Sistema de Inovação (SI), sua gênese, evolução, componentes, diferentes concepções e desdobramentos teóricos é o objeto de estudo da segunda seção. Na qual merece destaque o desdobramento que resulta no conceito de Sistema Setorial de Inovação (SSI) em virtude de este originar-se das características intrínsecas da indústria e de sua estrutura de mercado e, adicionalmente, ser este o objeto do presente estudo.

A terceira seção é dedicada às especificidades que caracterizam as universidades, empresas e seus relacionamentos e, buscando identificar os distintos padrões de interação universidade-empresa IUE e, na sequência, são apresentados estudos empíricos sobre as diferentes abordagens de SI's realizados em diferentes países, setores econômicos e áreas do conhecimento.

1.1 A ESCOLA EVOLUCIONÁRIA NEO-SCHUMPETERIANA

Segundo Schumpeter, (1954, p. 19), a história do pensamento econômico é a história dos esforços empreendidos pelos homens para entender os fenômenos econômicos. Neste sentido, é pertinente definir que o surgimento de uma nova escola do pensamento econômico decorre da existência de fenômenos não desvendados, indagações sem resposta ou questões cuja relevância, muitas vezes, é negligenciada pelas escolas já estabelecidas⁵.

Contudo, a existência de questões não respondidas satisfatoriamente é uma condição necessária, mas não suficiente para que tenhamos uma nova escola ou uma nova teoria. Para tanto, faz-se necessário agregar, em torno das questões não respondidas, um grupo de economistas que compartilham de um conjunto de ideias e que estas ideias constituam um corpo teórico e metodológico portador de diferenças suficientemente marcantes, em relação às escolas e teorias existentes, que resultam em divergências irreconciliáveis e, portanto, exigem a classificação destes pensadores sob uma nova denominação.

Com base nestes pressupostos, o esforço de caracterizar uma escola do pensamento econômico traduz-se no esforço de identificar as questões norteadoras para as quais os seus componentes buscam respostas e o corpo teórico e metodológico por eles propostos, ou seja, aquilo que, para os pensadores da nova escola, evidencia a insuficiência teórica de outras correntes do pensamento econômico e demonstra a pertinência, relevância e originalidade das ideias por eles propostas.

⁵ Segundo Nelson e Winter (1982, p. 202): “Apresentar uma nova teoria é propor um deslocamento do foco, é estabelecer como questões centrais o que antes foi ignorado.”

Daquilo que é peculiar à escola evolucionária neo-schumpeteriana destaca-se, de antemão, o termo ‘evolucionária’ que a vincula, inexoravelmente, à teoria darwinista⁶ e à biologia evolucionista e o termo ‘neo-schumpeteriana’ que a define como uma releitura do pensamento de Joseph Alois Schumpeter.

Todavia, segundo os seguidores da escola evolucionária neo-schumpeteriana (EENS), há uma prevalência entre os termos, pois “... somos teóricos evolucionários em razão de sermos neo-schumpeterianos – isto é, porque as ideias evolucionárias fornecem uma abordagem manejável ao problema de elaborar e formalizar a visão schumpeteriana do capitalismo como uma máquina de mudança progressiva”, (NELSON; WINTER, 1982, p.68).⁷ Desta forma, é possível entender o evolucionismo como uma ferramenta adequada ao pressuposto neo-schumpeteriano de uma realidade econômica em evolução permanente, em um processo ininterrupto de mudanças cumulativas.

O que deve ser adicionado ao fato de que o termo “evolucionário” é também uma forma de releitura e ampliação do evolucionismo já presente na obra do próprio Schumpeter (SILVERBERG; VESPARGEN, 1995; CERQUEIRA, 2000; FAGERBERG, 2002; NELSON, 2006a; CASTELLACCI, 2006a; ANDERSEN, 1995; 2008a).

Definida a ascendência vale destacar que a abordagem manejável disponibilizada pelo evolucionismo, ou ainda, o que torna evolucionário o pensamento neo-schumpeteriano é, em sua essência, a forma como a teoria evolucionista interpreta os processos de mudança.

⁶ Sobre este vínculo com a biologia evolucionista Sidney G. Winter propõe a adoção de um Darwinismo Universal: “In sum, natural selection and evolution should not be viewed as concepts developed for the specific purposes of biology and possibly appropriable for the specific purposes of economics, but rather as elements of the framework of a new conceptual structure that biology, economics and the other social sciences can comfortably share” (WINTER, 1987).” Sobre o conceito de Darwinismo Universal ver HODGSON (2002).

⁷ Ainda sobre a questão da prevalência dos termos: “Temos satisfação em explorar qualquer ideia da biologia que pareça útil para a compreensão de problemas econômicos, mas estamos igualmente preparados para ignorar qualquer coisa que pareça estranha, ou para modificar radicalmente teorias biológicas aceitas em prol do desenvolvimento de uma melhor teoria econômica.” NELSON; WINTER (1982, p. 28).

Em sua essência, a teoria evolucionista trata exatamente de entender os processos de mudanças e, em sua vertente social, entende que tais mudanças são decorrentes de processos sociais, contínuos, qualitativos, irreversíveis, progressivos e que os resultados alcançados dependem da trajetória percorrida ao longo do tempo (*path dependent*). Em outras palavras, a absorção da ‘visão de mundo’ evolucionária supre, com um aparato teórico original, a necessidade de lidar com sistemas dinâmicos e heterogêneos, mudanças ininterruptas e processos de decisão nos quais informações imperfeitas e incertezas são a regra e não a exceção (FAGERBERG, 2002).

Neste sentido, fornece o instrumental analítico necessário para lidar com a complexidade de funcionamento do sistema econômico e do comportamento das firmas, dado o pressuposto schumpeteriano de ‘mudança progressiva e permanente’. O que, não coincidentemente, é o núcleo da questão fundadora da EENS: a compreensão acerca dos processos da mudança econômica, seus determinantes, caracteres, e consequências.

Com relação à determinação da mudança econômica, há uma única resposta para Schumpeter e todos os seus seguidores, a mudança econômica é fruto da inovação. Na verdade, pode-se afirmar que a centralidade da inovação na determinação da dinâmica da economia⁸ e do desenvolvimento econômico é o elo mais forte do vínculo entre Schumpeter e seus seguidores da escola evolucionária e também a marca diferenciadora da corrente schumpeteriana do pensamento econômico.

No entanto, é importante ressaltar que, a vinculação entre desenvolvimento econômico e inovação não é recente na teoria econômica. Desde 1776, com a publicação de A Riqueza das Nações de Adam Smith e, posteriormente, nas obras de Stuart Mill, David Ricardo, Friedrich List, Karl Marx, Alfred Marshall, entre outros, o tema tem sido recorrentemente abordado.

⁸Em “Capitalism, Socialism and Democracy”, publicado em 1943, Schumpeter afirma: “The fundamental impulse that sets and keeps the capitalist engine in motion comes from the new consumer’s goods, the new forms of production or transportation, the new markets, the new forms of industrial organization that capitalist enterprise creates”. SCHUMPETER, 1943, p. 83.

A originalidade do pensamento schumpeteriano está no deslocamento da inovação para o centro do debate e da dinâmica econômica e na inequívoca transformação da inovação numa variável endógena ao sistema econômico, “essas perturbações do centro do equilíbrio aparecem na esfera da vida industrial e comercial” e explicativa do seu desenvolvimento “o desenvolvimento, no sentido que lhe damos, é definido pela realização de novas combinações” (Schumpeter, 1912, p.48)⁹.

Por sua vez, a originalidade da escola evolucionária neo-schumpeteriana está na estruturação de uma teoria econômica que, a partir da centralidade da inovação na determinação da dinâmica do sistema econômico, busca desvendar o comportamento dos agentes, tanto na promoção, quanto na adaptação às mudanças contínuas deste sistema.

A inovação, segundo Schumpeter, pode apresentar-se de cinco diferentes formas, são elas: 1) introdução de um novo bem, 2) introdução de um novo método de produção, 3) abertura de um novo mercado, 4) conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou bens manufaturados, 5) estabelecimento de novas formas de organização da indústria (Schumpeter, 1912, p. 48), ou ainda, são de ordem tecnológica ou organizacional.

Tal caracterização evidencia que aquilo que se concebe como inovação não é uma ideia ou invento, mas sim a transformação da ideia ou invento em um novo produto, uma nova técnica de produção, ou ainda, em uma mudança estrutural no ambiente concorrencial, em suma, a realização de uma nova combinação dos recursos existentes¹⁰, o que leva a duas proposições.

A primeira é que a inovação resulta de um processo dinâmico e não de um fato isolado e estático. Processo, porque provem da sucessão de diferentes etapas entre a

⁹ Ainda segundo Schumpeter, “Produzir significa combinar materiais e forças que estão ao nosso alcance. Produzir outras coisas, ou as mesmas coisas com método diferente, significa combinar diferentemente esses materiais e forças” (Schumpeter, 1912: 48).

¹⁰ Nas palavras de Freeman e Soete (1974): “as inovações envolvem a associação de uma ideia inventiva com um mercado potencial”.

concepção de uma ideia e a efetiva introdução de uma novidade econômica. Processo, porque pressupõe relacionamento entre diferentes elementos e conhecimentos. “Um processo complexo, caracterizado por complicados mecanismos de realimentações e relações interativas que envolvem ciência, tecnologia, aprendizagem, instituições, produção, políticas públicas e demanda do mercado” (Edquist, 2001b, p.3). Partindo destas premissas, Freeman (1982) identifica cinco características do processo inovativo, os 5 C’s da inovação¹¹, quais sejam:

Coupling (conexão): consiste na interação entre tecnologia e mercado ou usuários, entre novos conhecimentos técnicos e informações sobre os possíveis mercados em que os mesmos podem ser empregados, entre o sistema educacional, as instituições científicas, as instalações de P&D, as indústrias e os mercados.

Comprehending (compreensão): define a competência inovativa como consequência da existência de recursos humanos capacitados não apenas a gerar, mas também a assimilar novos conhecimentos.

Creating (criação): envolve a combinação de conhecimentos díspares e dispersos para criação de novos produtos, técnicas e aplicações.

Clustering (aglomeração): consiste no fato de que as inovações não ocorrem, em geral, de forma aleatória e isolada, mas sim em conjunto e de forma complementar, atingindo a determinados setores industriais de forma mais contundente.

Coping (enfrentamento): determina que a capacidade de conviver/lidar com a incerteza é fundamental para aqueles que inovam e promovem a inovatividade.

¹¹Ao analisar o *catching up* alemão do final do século XX Freeman conclui: “In sum, the German economy proved capable of assimilating (comprehending) the best available technology of the day, of improving upon it (creating), of organizing the linkages between science, technology and markets (coupling) necessary for the efficient exploitation of new technological trajectories (clustering) and of coping with the long-term strategies of tangible and intangible investment which all of this implied. As we shall now see, Japan in the 20th century carried all these strategies to the nth degree in pursuing her own competitive advantage (Freeman, 1982, p.19).

Particularmente, os três primeiros C's (conexão, compreensão e criação) evidenciam que o processo inovativo é, essencialmente, um processo social baseado no fluxo de conhecimento e no aprendizado interativo.

A segunda proposição é intrínseca à própria natureza da inovação, pois, uma vez que a inovação é concebida como a inserção, no âmbito econômico, de uma novidade na forma de um novo produto, processo ou mudança estrutural e o espaço onde esta 'novidade' é viabilizada e concretizada é a firma, conclui-se que a firma é o agente central do processo inovativo (Lundvall, 1985).

Portanto, deslocado o foco de análise para a inovação, *leitmotiv* da mudança econômica, a firma, responsável pela introdução das inovações e palco onde ideias são convertidas em novas combinações, torna-se o ator principal da mudança e, conseqüentemente, entender o seu comportamento torna-se uma exigência e é justamente este um dos principais objetos de estudo da EENS.

Segundo a EENS, o fato de termos um sistema econômico submetido a mudanças contínuas impõe o desequilíbrio e a incerteza como características inerentes deste sistema, o que, por sua vez, implica em impossibilidade de pleno domínio e previsibilidade, pelos agentes econômicos, do contexto em que estão inseridos, resultando na racionalidade limitada dos agentes e no caráter fundamental do aprendizado (Nelson e Winter, 1982; Pelaez e Sbicca, 2000; Gregersen e Johnson, 2005; Nelson, 2007).

O conceito de racionalidade limitada¹² utilizado pela EENS substitui, nesta corrente do pensamento, o axioma neoclássico da racionalidade onisciente baseado em agentes econômicos dotados de um conjunto de escolhas com conteúdo e efeitos perfeitamente conhecidos e tomadores de decisões regidas pela maximização dos resultados. O problema é que, face ao processo contínuo de transformação da realidade, o conjunto

¹² Para um aprofundamento do conceito de "racionalidade limitada" utilizada pela EENS ver Simon (1959).

de escolha está em permanente mutação, tornando impossível conhecer todas as opções disponíveis ou prever seus resultados.

A racionalidade é, portanto, limitada, pois inexiste onisciência. As escolhas dos agentes resultam do seu modelo de conduta, o que lhes confere regularidade, do estoque limitado de conhecimento e das alternativas passíveis de identificação a cada período, o que faz incompleto o conjunto de escolhas. Em suma, as escolhas, em geral, respeitam a um padrão de comportamento, ocorrem sob incerteza e, dadas às restrições que lhes são inerentes, remetem a um processo adaptativo de busca por resultados satisfatórios, não necessariamente maximizadores (Simon, 1959; Nelson e Winter, 1982; Pelaez e Sbicca, 2000; Sbicca e Fernandes, 2005; Nelson, 2007).

Por outro lado, a existência de um 'padrão de comportamento' impõe custos e riscos para o aprendizado, ou ainda, para a mudança do padrão. Portanto, para a teoria evolucionária do crescimento econômico, a introdução de inovações ou mudanças não é a forma mais fácil de atuação dos agentes, no entanto, é condição *sine qua non* de sobrevivência e crescimento da firma individualmente e do sistema como um todo (NELSON; NELSON, 2002, p.269).

No âmbito da firma, o 'padrão de comportamento' define não apenas a forma e conteúdo de suas decisões, mas, em sua compreensão mais ampla, o conceito envolve todo o conjunto de habilidades que guiam as ações da firma, seu repertório de competências e conhecimentos técnicos, tácitos e administrativos, aquilo que ela faz, como faz, aprende e decide fazer, o conjunto de regras definidoras de suas características comportamentais num dado momento, o que, em termos evolucionários, é denominado 'rotinas' e consiste na unidade básica da análise evolucionista (Becker, 2006, p. 3).

Nelson e Winter (1982) classificam as rotinas em três categorias distintas, segundo o objeto e a hierarquia. A primeira delas, chamada de características operacionais, diz respeito ao curto prazo e são delimitadas pelos recursos fixos de produção. A segunda categoria contempla as características de investimentos que dizem respeito ao longo prazo e definem o volume de capital investido e a capacidade de crescimento futuro da

firma. Por fim, num terceiro nível, estão as características de busca, aquelas dedicadas à procura e seleção de novas rotinas operacionais, ou seja, aquelas que, ao longo do tempo, governam as alterações das características operacionais, de investimento e, inclusive, de busca. Um exemplo destas são as decisões de P&D (Nelson e Winter, 1982, p. 36-37).

Rotinas são, portanto, características identitárias que diferenciam as firmas entre si no presente e determinam, através das condutas de busca e seleção, as suas perspectivas de crescimento e padrões de comportamento no futuro. Neste sentido, ocupam na teoria econômica evolucionária o mesmo papel seminal que os genes¹³ na biologia (Nelson e Winter, 1982, p. 37).

Por sua vez, as 'condutas de buscas' têm para a teoria econômica papel equivalente ao da mutação na biologia genética, pois determinam a mudança econômica, ou seja, as inovações. São determinantes das rotinas futuras (mutação) e determinadas pelas rotinas passadas (herança genética) o que permite concluir que, dada a vinculação entre rotinas futuras e pretéritas, o processo inovativo é um processo histórico e ocorre segundo uma trajetória que, no nível da firma, é circunscrita pelas suas rotinas e mercado em que atua e determinada pelo conhecimento disponível e problemas para os quais procura solução, ou seja, buscas são contingentes no sentido em que são conformadas por um dado contexto concorrencial, organizacional e tecnológico.

Os resultados alcançados pelos concorrentes configuram o contexto concorrencial e norteiam o processo de busca e seleção da firma. Os fracassos são objeto de rejeição pelo mercado e constituem heurísticas negativas para a firma. Os sucessos são alvo de cópia e imitação o que confere similaridades às rotinas de firmas de um mesmo ramo de atividade.

¹³ Segundo Fagerberg (2002, p. 31), rotinas são o 'equivalente social' dos genes na biologia, pois "Routines determine behavior (together with impulses from the environment), are heritable (as part of the "organizational memory" of the firm) and selectable (through the fate of the firms that apply them).

No entanto, as similaridades não implicam em igualdade já que o contexto organizacional, constituído tanto pelas rotinas pregressas quanto pelas presentes e os indivíduos que compõem o corpo funcional da empresa, torna idiossincrática a busca da firma e impossibilita o surgimento de réplicas perfeitas.

A conformidade tecnológica remete à cumulatividade do conhecimento humano e à ideia de que os avanços tecnológicos, apesar de contemplarem elementos aleatórios e rupturas, são essencialmente decorrentes da aditividade do saber, “o produto da busca de hoje não é meramente uma nova tecnologia, mas também um aumento de conhecimento que servirá de base para novos blocos construtores a serem utilizados amanhã” (Nelson e Winter, 1982, p.371), ou seja, as novas tecnologias perseguem uma trilha traçada pelo conhecimento já existente.

“O uso do termo ‘busca’ para denotar as atividades de uma firma que objetiva aprimorar sua tecnologia corrente invoca a ideia de um conjunto de possibilidades tecnológicas preexistentes, e que a firma se dedica a explorar esse conjunto” (Nelson e Winter, 1982, p.309).

Neste sentido, os avanços tecnológicos e seus processos de busca são dependentes da trajetória evolutiva (*path dependence*) já percorrida pelo saber de domínio geral e da firma em particular (Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1997).

As buscas são também irreversíveis e imprevisíveis. Irreversíveis, pois o seu principal produto é o conhecimento e, mesmo quando o conhecimento alcançado não é aquele que originou o processo de busca, é impossível retornar ao estágio anterior do estoque de informações. Imprevisíveis porque, embora a busca seja, em geral, direcionada, o resultado produzido por ela é incerto¹⁴ (Nelson e Winter, 1982, p. 255).

¹⁴ Nas palavras de Freeman (1982, p. 552) “By definition, it is not possible to make accurate predictions of the costs, duration and consequences of technical innovation. If it is possible, then what is being done is not innovation”.

1.2 SISTEMAS DE INOVAÇÃO

A percepção da inovação como um processo social, fundamentado na troca permanente de informações entre diferentes agentes e no consequente aprendizado interativo, tem por principal subproduto a abordagem sistêmica da inovação e, nesta abordagem, o enfoque nacional não só inaugurou uma nova corrente de reflexão econômica como, até o momento, é aquele que tem recebido maior atenção dos pesquisadores, bem como dos elaboradores de políticas públicas.

No entanto, apesar do amplo uso da expressão “Sistema Nacional de Inovação”, a mesma não surgiu como um conceito plenamente definido e encontra-se, o que é compatível com sua filiação teórica, em contínuo processo evolutivo¹⁵. Evolução esta que resulta tanto na ampliação do conceito em si quanto no surgimento e absorção de abordagens complementares.

Neste sentido, Johnson; Edquist; Lundvall (2003) e Edquist e Hommen (1999) enfatizam a inexistência de um consenso em torno de uma definição precisa do conceito de ‘sistema de inovação’, no entanto, identificam os pressupostos que distinguem as análises baseadas nesse conceito, quais sejam: 1) os países são diferenciáveis segundo a especialização produtiva, o comércio e o estoque de conhecimento; 2) os elementos do conhecimento importantes para o desempenho dos países são localizados e de difícil mobilidade e 3) o foco das análises são as interações e os relacionamentos entre os componentes do SI (Johnson; Edquist; Lundvall, 2003, p. 5).

Por sua vez, Edquist e Hommen (1999, p. 65-66) e Edquist (2001b, p. 5) ampliam a lista de pressupostos unificadores da abordagem de SI e ressaltam que: 1) a inovação e o processo de aprendizagem são as questões centrais da análise; 2) a perspectiva é

¹⁵ Segundo Paula; Cerqueira; Albuquerque (2000, p. 437): “Sistema Nacional de Inovação é um conceito em elaboração”.

holística, interdisciplinar; 3) o ponto de vista adotado é histórico e de progresso por modificações contínuas e acréscimos cumulativos, ou seja, evolucionário; 4) são salientadas as diferenças entre os sistemas mais que a otimização dos sistemas; 5) a ênfase está na interdependência e coevolução dos componentes do sistema (inovação, conhecimento, instituições, organizações) e na não linearidade do processo de inovação; 6) as análises concentram-se no desenvolvimento e difusão das inovações de produto e processo; 7) as instituições, na medida em que definem as condições dos relacionamentos entre indivíduos e organizações, ocupam um papel fundamental nos estudos do SI; 8) a ausência de conceitos e conteúdos plenamente delimitados; e, dado o atual estágio de desenvolvimento teórico, 9) o conjunto de conhecimentos produzidos consiste muito mais em um quadro conceitual que uma teoria, neste sentido, as análises concentram-se em captar os processos de inovação, seus determinantes e resultados.

Partindo destas características Charles Edquist adota como definição ampla do SI “todo o conjunto de atores e variáveis econômicas, sociais, políticas, organizacionais, institucionais, bem como todos os outros fatores que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso das inovações” (Edquist, 2001a, p. 2) e identifica como os principais elementos constitutivos deste sistema as organizações e as instituições (Edquist, 2001a, p. 5).

Organizações são estruturas formais com propósitos explícitos e criadas para atender a objetivos específicos. São organizações do SI: as firmas, universidades, institutos públicos e privados de P&D, agências de fomento e crédito às atividades de pesquisa, inovação e interação. Já as instituições consistem nos hábitos, rotinas, práticas, regras e leis que definem atribuições, modelam condutas e regulam relacionamentos e interações entre indivíduos, grupos e organizações¹⁶. São exemplos de instituições do SI os instrumentos de financiamento às atividades inovativas, as leis de proteção à

¹⁶ Segundo Nelson e Sampat (2001) o termo “instituições” pode ser entendido como “tecnologia social”. Neste sentido, as instituições de uma dada sociedade revelam o estágio de desenvolvimento das relações sociais. O Banco Mundial apud Johnson; Edquist; Lundvall (2003, p. 11) define os três principais objetivos das instituições como: “they channel information about market conditions, goods, and participants, they define and enforce property rights and contracts and they regulate competition.

propriedade intelectual e as políticas públicas de apoio e incentivo às atividades de pesquisa e inovação (Edquist, 2001a, p. 5).

Organizações e instituições compõem um sistema porque estabelecem interações, possuem funções específicas e funcionam como uma estrutura organizada cujos resultados do conjunto, no sistema em questão, as inovações, dependem do desempenho das partes e das relações que estas estabelecem entre si.

Neste sentido, o sistema de inovação é um conjunto de organizações e instituições cujas atividades e interações desenvolvem, difundem e promovem as inovações.

Inovações estas que, no âmbito da firma e da abordagem de SI, concentram-se nos dois primeiros tipos de inovação identificados por Schumpeter, as chamadas inovações tecnológicas, quais sejam, inovações de produto e processo (Freeman, 1982; Pavitt, 1984; Lundvall, 1985; Edquist e Hommen, 1999; Edquist, 2001b; Fagerberg, 2004; OECD, 2005a).

Inovações que, sob a perspectiva dos impactos que provocam, podem ser classificadas como: 1) incrementais quando resultam em aperfeiçoamentos ou melhorias de processos ou produtos já existentes e 2) radicais quando resultam em produtos ou processos efetivamente novos com potencial para promover o surgimento de novos mercados, novas oportunidades de investimentos, revoluções tecnológicas, ou seja, descontinuidade e rupturas do *status quo* Schumpeter (1912) Marques e Abrunhosa (2005), Fagerberg (2004).

1.2.1 SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO

A primeira referência ao conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI) foi feita por Christopher Freeman em um artigo, de 1982¹⁷, no qual propõe que a competitividade dos países no comércio internacional é determinada pela capacidade inovativa de suas respectivas indústrias, e a capacidade inovativa das indústrias, por sua vez, é decorrente não exclusivamente do comportamento das firmas, mas também da infraestrutura científica e tecnológica (sistema educacional, instituições científicas e instalações de P&D) que lhes é externa e dos relacionamentos das firmas com esta infraestrutura de C&T (Freeman, 1982, p. 23). A este conjunto de elementos diferenciados e seus múltiplos relacionamentos Freeman chamaria de SNI¹⁸.

A segunda menção ao SNI na literatura econômica é de autoria de Bengt-Åke Lundvall e foi realizada, em 1985, em um artigo no qual defende a pertinência da análise do processo de inovação a partir da perspectiva das relações entre usuário e produtor e empreende uma caracterização mais precisa dos componentes e funções destes no SNI.

Lundvall (1985) destaca que, em função da divisão vertical do trabalho, as atividades inovativas, estão distribuídas entre diferentes organizações com atribuições específicas. Universidades são responsáveis pela pesquisa básica e capacitação da força de trabalho. Unidades de pesquisa de firmas e agências públicas realizam pesquisa aplicada. Organismos especializados realizam pesquisa básica e/ou aplicada. Institutos tecnológicos fazem a conversão de conhecimento científico para soluções técnicas.

¹⁷ O artigo foi produzido para a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) como relatório final de um esforço de pesquisa sobre a competitividade internacional e, apesar de seu caráter seminal, só seria publicado 22 anos depois no The First Global Conference 'Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millennium', Rio de Janeiro, November 2-6, 2003.

¹⁸ No mesmo artigo Christopher Freeman destaca que a principal contribuição para elaboração do conceito de SNI foi a obra de Friedrich List, particularmente o seu conceito de "Sistema Nacional de Economia Política", a percepção acerca do caráter evolutivo da capacitação nacional, a interdependência de elementos tangíveis e intangíveis na construção desta capacitação e a elaboração do conceito de capital humano.

Finalmente, as firmas, além de produzirem bens e empreenderem as inovações, produzem informações relevantes para aqueles que atuam nas ciências básica e aplicada.

A produção do conhecimento, matéria-prima da inovação, de forma fragmentada em diferentes organizações obriga o relacionamento entre elas como condição para a promoção da inovação.

Sob esta perspectiva, a inovação é concebida como um processo social, interativo e cumulativo que resulta do encontro entre as oportunidades tecnológicas e as necessidades do usuário, ou seja, da convergência entre oferta tecnológica e demanda dos usuários (Lundvall, 1985, p. 4) e, para que a convergência seja possível, faz-se necessário o fluxo contínuo de produtos tangíveis e intangíveis entre usuários e produtores que interagem numa rede complexa de relacionamentos retroalimentados no qual o principal insumo é a informação e os principais produtos são as “mudanças técnicas graduais e saltos discretos das oportunidades tecnológicas”, ou seja, as inovações propriamente ditas (Lundvall, 1985, p. 4 e 7). Os arranjos de usuários e produtores do conhecimento, bem como seus relacionamentos, formam o sistema de inovação.

Adicionalmente, Lundvall estabelece que o esforço inovativo e a competência das empresas são fatores que influenciam os resultados alcançados nas unidades de P&D (fundamentalmente, universidades e institutos de pesquisa), assim como, a capacidade inovadora das empresas é dependente dos recursos ofertados (conhecimento e mão-de-obra qualificada) pelas universidades e institutos de pesquisa e salienta que o padrão, historicamente estabelecido, das interações entre os elementos constituintes do SNI, particularmente entre firmas e unidades de pesquisa, determina o quão facilmente a agenda das unidades de P&D responde aos sinais vindos da esfera produtiva.

Em outras palavras, a capacidade inovativa e a competência técnica são fortemente influenciadas pela qualidade e intensidade das interações entre usuários e produtores da inovação, ou seja, a interdependência entre seus elementos constitutivos caracteriza o SNI e o desempenho destes e, conseqüentemente, do SNI como um todo, é

determinado pela intensidade, força, forma e realimentações dos vínculos firmados entre os seus componentes (Lundvall, 1985, p. 29).

Tendo por ponto de partida as proposições seminais de Freeman e Lundvall a abordagem do SNI ganhou, ao longo de mais de duas décadas, diferentes enfoques e roupagens. No entanto, permanece válida a definição sintética apontada pelos seus criadores: o SNI consiste no conjunto de organizações, públicas e privadas, vinculadas direta ou indiretamente às atividades de pesquisa, ensino, produção, criação, apropriação e difusão da inovação e suas redes de relacionamentos. Redes de relacionamentos estabelecidas com o objetivo da troca de conhecimento e fortemente marcadas pelas normas e cultura vigentes (Freeman, 1987; Lundvall, 2005; Godin 2007; Fagerberg e Srholec, 2008). E, é justamente esta dependência das normas e culturas que torna relevante a análise do sistema nacional de inovação (Edquist, 2001a).

Tanto as definições estritas de Freeman (1982) e Lundvall (1985) quanto a concepção mais genérica de SI¹⁹ proposta por Edquist (2001a) permitem três conclusões elementares, todas decorrentes, fundamentalmente, da presença dos componentes institucionais²⁰. A primeira delas é que, dadas as idiosincrasias organizacionais e institucionais, os SNI's são irreprodutíveis em sua totalidade e podem apresentar lacunas, insuficiências e diferentes estágios evolutivos sem perderem sua condição de 'sistema nacional de inovação' (Albuquerque, 1999a; Arocena e Sutz, 2000a; Feinson (2003); Albuquerque; Silva; Póvoa, 2005), em outras palavras, não é possível estabelecer um modelo único e atemporal de SNI da mesma forma como não é possível afirmar que a presença de um conjunto de organizações ateste a existência factual de um sistema inovativo, uma vez que um sistema pressupõe relacionamentos entre seus componentes.

¹⁹ “todo o conjunto de atores e variáveis econômicas, sociais, políticas, organizacionais, institucionais, bem como todos os outros fatores que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso das inovações” (Edquist, 2001a, p. 2).

²⁰ O que não é pouco significativo dada a definição de Nelson e Nelson (2002, p. 265): “The innovation systems idea is an institutional conception, par excellence” ou “national innovation systems, which is an institutional concept par excellence.”

A segunda é que, na medida em que são os estados nacionais os principais determinantes do contexto macroeconômico e do aparato institucional de regulação, bem como representam um elo essencial na determinação da matriz cultural dos agentes econômicos, não apenas é relevante como também é fundamental a abordagem nacional dos sistemas de inovação.

Por esta razão, os diferentes atributos como a arquitetura institucional, investimentos em P&D e políticas públicas que influenciam o comportamento inovativo, organizacional e a economia como um todo são, para Edquist (2001a, p. 13), os principais argumentos em defesa da abordagem nacional do SI. Ou ainda, “a relevância dos sistemas nacionais de inovação tem a ver com o fato de este conceito captar a importância da política de inovação e dos aspectos políticos dos processos de inovação. Não é apenas uma questão de delimitação geográfica, o Estado, e o poder que o acompanha, também são importantes” (Edquist, 2001a, p. 13).

Freeman (1995, p. 1) destaca as diferenças do “sistema nacional de educação, das relações industriais, do estoque de técnicos e instituições científicas, das políticas governamentais, das tradições culturais e de muitas outras instituições” como responsáveis pela construção de SNI’s distintos entre si e, conseqüentemente, como as principais razões para abordagem nacional dos SI’s.

A terceira conclusão é que, dada a complexidade dos relacionamentos interativos e as peculiaridades locais, setoriais e tecnológicas, a abordagem de SNI mostra-se, insuficiente para revelar, em profundidade, o comportamento inovativo das firmas dado que, assim como, a nacionalidade confere caráter específico ao SI, outras variáveis conferem, dentro do mesmo território nacional, comportamentos diferenciados aos componentes do SI²¹.

²¹ “The complexity of innovation systems invariably precludes vast generalizations; indeed, there is broad agreement among scholars and practitioners on the fact that technological development is primarily a nation-specific and industry-specific phenomenon.” Feinson (2003, p. 20).

Em outras palavras, as fronteiras nacionais definem o contexto amplo (macroeconômico) no qual as firmas estão inseridas, no entanto, espaços geográficos mais restritos, o município ou a região, por exemplo, podem apresentar particularidades quanto à oferta de recursos ou características institucionais e organizacionais que contribuam marcadamente para a determinação do comportamento dos agentes econômicos. Adicionalmente, há também idiosincrasias estruturais decorrentes das características do processo produtivo, do perfil concorrencial, do regime e da densidade tecnológica que caracterizam os diferentes setores da economia e especificidades tecnológicas determinadas pela comunhão de problemas e bases de conhecimento que atuam como determinantes complementares, mas não menos importantes, do comportamento inovativo. (Malerba, 2002 e Castellacci 2006b).

Em função destas especificidades e da capacidade que a concepção da inovação, como processo sistêmico, tem de permitir diferentes formas de capturar e organizar seus elementos constitutivos é possível conceber o sistema de inovação a partir de várias abordagens distintas, ou ainda, é possível entender o SNI como um conjunto de subsistemas passíveis de diferentes arranjos analíticos, dentre eles, unidades geográficas diferentes ou menores que o estado nacional, setores econômicos ou tecnologias específicas, que dão origem aos conceitos de Sistema Regional de Inovação (SRI), Sistema Local de Inovação (SLI), Sistema Setorial de Inovação (SSI) e Sistema Tecnológico de Inovação (STI). Arranjos que têm sua lógica determinada pela localização espacial ou por afinidades econômicas, funcionais ou tecnológicas entre os seus componentes e que permitem desvelar, de forma mais acurada, o comportamento das partes sem, contudo, colidir com a abordagem de SNI, ou seja, são complementares e não antagônicas ao conceito de SNI²².

²² Segundo Cooke; Uranga; Etexbarria (1997, p. 1): "Acknowledging the major contribution of research on National Innovation Systems, it suggests that for conceptual and methodological reasons, mostly concerning problems of scale and complexity, that approach may be complemented in important ways by a subnational focus... So overwhelming are these that it is presently difficult, if not impossible, to generalise or even abstract from the effects of national political economies in seeking to specify a model of a generic innovation system at national level."

A Abordagem de SNI para os Países em Desenvolvimento

Aceitos por pressupostos a essencialidade da inovação para o desenvolvimento econômico, o caráter sistêmico da inovação e as características definidoras dos SI's expostas anteriormente, cabe indagar a pertinência das análises baseadas na abordagem de SNI para os países em desenvolvimento, ou ainda, se é válido intitular por "sistema nacional de inovação" aos arranjos, muitas vezes precários e insuficientes, encontrados nestes países.

Em primeiro lugar, a diversidade entre os sistemas não é algo fortuito para aqueles que adotam a abordagem de SNI, ao contrário, é uma característica definidora das análises baseadas neste conceito. Conforme Johnson; Edquist; Lundvall (2003) e Edquist e Hommen (1999) "analisar as diferenças mais que otimizar os sistemas" é um dos pressupostos que identificam a abordagem de SNI²³.

Em segundo, não há um ideal de SNI ao qual os países devam se adequar. O que pode haver é um conjunto de elementos institucionais e organizacionais ajustáveis às características peculiares de cada economia, que estão presentes em sua totalidade ou parcialmente e se relacionam de forma mais ou menos intensa com o objetivo precípua de promover inovações, ou seja, como proposto por (Albuquerque, 1999a; Arocena e Sutz, 2000b; Feinson (2003); Albuquerque; Silva; Póvoa, 2005 as idiosincrasias organizacionais e institucionais tornam os SNI's irreprodutíveis em sua totalidade, além disto, os SNI's podem apresentar lacunas, insuficiências e diferentes estágios evolutivos sem perderem sua condição de 'sistema nacional de inovação'.

Assim, partindo das premissas de pluralidade dos SNI's e de seu caráter evolutivo, não há conflito na utilização da abordagem de SNI desde que sejam observadas as peculiaridades dos sistemas de países em desenvolvimento.

²³ Segundo Johnson; Edquist; Lundvall (2003, p. 6): "instrumentally useful comparisons between different innovation systems can be made, while it is obvious that an 'optimal' or 'best practice' system of innovation cannot be specified".

Em países desenvolvidos ou subdesenvolvidos o SNI é “o conjunto de organizações e instituições cujas atividades e interações desenvolvem, difundem e promovem as inovações.” A diferença entre estes sistemas está, em primeiro lugar, no perfil das inovações implementadas e, por decorrência do perfil das inovações, na relevância de cada uma das atividades do processo inovativo. Em segundo lugar, os SNI’s se diferenciam no tocante ao perfil das instituições e organizações existentes e no número e intensidade dos relacionamentos que as organizações estabelecem entre si, Viotti (2002) e Feinson (2003).

Para Albuquerque (1999a) e Albuquerque; Silva; Póvoa (2005) tais diferenças resultam numa taxonomia composta por quatro diferentes tipos de SNI’s segundo o estágio de desenvolvimento dos mesmos, são eles: a) países com SNI maduro, nos quais todos os componentes estão presentes e são interativos; b) países em *catching-up*, ou seja, que apresentam desenvolvimento sustentado e baseado no desempenho científico e tecnológico de suas organizações e nas instituições que garantem articulações robustas entre elas; c) países com SNI imaturo, nos quais tanto a infraestrutura de C&T, quanto a competência tecnológica é incompleta, bem como as suas articulações são frágeis (grupo no qual se inclui o Brasil) e d) países com SNI inexistente ou rudimentar.

Países em desenvolvimento promovem, fundamentalmente, inovações incrementais de produtos, através da absorção e replicação de inovações introduzidas nos países desenvolvidos. Por esta razão Viotti (2002, p. 653) afirma: “O processo de mudanças técnicas típico destas economias é, essencialmente, um processo de aprendizado mais que processo de inovação. Por esta razão, propõe que o termo mais adequado para referir-se a estas economias seria de ‘Sistema Nacional de Aprendizado’ e não SNI.

Neste sentido Malerba e Nelson (2010) destacam que grande parte do aprendizado das empresas dos países em *catch-up* consiste em aprender o que as suas congêneres dos países desenvolvidos estão fazendo.

Para os países em desenvolvimento as inovações incrementais são mais importantes que as radicais. A habilidade de aprender, replicar e difundir as inovações introduzidas nos países desenvolvidos é a mais importante. Portanto, a capacitação tecnológica está

no desenvolvimento da absorvibilidade e esta capacidade é maior, dada a infraestrutura científica, nos setores de baixa e média tecnologia Feinson (2003).

Sobre o papel da ciência nas economias que possuem SNI imaturo ou *em catching-up*. Albuquerque (1999b) propõe: que a ciência, nestes países, mais que atuar como uma fonte de oportunidades tecnológicas funciona como uma “antena” que capta as oportunidades geradas no exterior, tendo assim como principais funções inserir o SNI nos fluxos científicos e tecnológicos internacionais e ampliar a capacidade de absorção dos agentes nacionais.

Por esta razão, Malerba e Nelson (2010) destacam o papel central da educação de primeiro e segundo grau na formação de um contingente de pessoas com as competências necessárias para operar em uma economia moderna e de terceiro grau para fornecer treinamento de alto nível a um grupo suficiente de cientistas e engenheiros que possibilite a absorção de tecnologias estrangeiras.

Portanto, o ‘olhar’ sobre os países em desenvolvimento deve levar em conta as peculiaridades em torno do papel a ser desempenhado pelos principais atores do SNI e, particularmente, atentar para a capacidade de absorção e difusão das empresas locais.

1.2.2 SISTEMA REGIONAL OU LOCAL DE INOVAÇÃO

A abordagem de Sistemas Regionais ou Locais de Inovação delimita as fronteiras do SI em uma determinada localidade ou região resultando em sistemas subnacionais ou mesmo supranacionais quando a região envolve localidades de diferentes países. A demarcação das fronteiras dá-se em função da existência de peculiaridades como políticas públicas, aglomerações industriais, identidade cultural, ambiente institucional, externalidades econômicas, disponibilidade de recursos naturais, estruturais ou financeiros e competências que diferenciam determinado espaço geográfico da nação e, conseqüentemente, podem ocasionar e, em geral, ocasionam, um comportamento inovativo distinto do SNI na área em questão (Cooke; Uranga; Etexbarria, 1997; Cooke, 2001; Niosi, 2002a; Breschi e Malerba, 2006; Gunnarsson e Wallin, 2008).

Em linhas gerais, a adoção das abordagens de SRI e SLI decorre da própria concepção da inovação como um processo sistêmico de aprendizado interativo e, portanto, um processo no qual a proximidade dos atores (indústrias, universidades, ofertantes, demandantes, governo, institutos e laboratórios de pesquisa) que dele participam é relevante²⁴. Sob esta perspectiva, espaços geográficos mais restritos são mais profícuos para os relacionamentos inovativos e mais adequados como foco de análise dos SI's.

Adicionalmente, há também a percepção de que, na maioria dos países, o tecido institucional é heterogêneo, bem como a oferta de recursos naturais, financeiros, educacionais, científicos, tecnológicos e humanos, o que resulta em áreas com características e desempenho econômico, produtivo e inovativo desigual²⁵ tanto nos

²⁴ "The interactive character of learning process will in itself introduce geographical space as a necessary dimension to be taken into account" (Maskell and Malmberg, 1995, p. 14).

²⁵ "Em outras palavras, do ponto de vista geográfico, os países estão longe de constituir um todo homogêneo quanto à capacidade inovativa... Assim como nações, regiões diferem quanto à quantidade e qualidade das organizações de ensino superior, laboratórios públicos, assim como, em sua capacidade de atrair organizações tecnológicas governamentais e laboratórios privados de pesquisa." (Niosi, 2002a, p. 1)

países desenvolvidos quanto nos periféricos, ou seja, o SNI não é um todo uniforme, mas sim um complexo formado por distintos sistemas locais que demandam exame individualizado.

Para Lundvall e Borrás (1997) , Maskell e Malmberg (1995) e Binder e Broekel (2007) a relevância da abordagem regional resulta do caráter fundamental da proximidade no deslocamento do conhecimento tácito²⁶ e destacam que a transferência desse conhecimento se dá, preferencialmente, através de trocas interpessoais e diretas. Por esta razão, para Iliev (2005), o foco principal das análises de SRI/SLI são os fluxos de conhecimento através das fronteiras organizacionais e a avaliação do papel dos vínculos entre os atores econômicos.

Asheim e Gertler (2005) propõem que, assim como o conceito de SNI, sua fonte primária de inspiração, o SRI baseia-se na ênfase no papel do território na definição das características do sistema de inovação. Tal ênfase decorre da existência de trajetórias tecnológicas determinadas pelo conhecimento e processos de aprendizagem locais e também pela existência de organizações produtoras de conhecimento que são, através de interações, explorados pelas empresas próximas. Simultaneamente, reconhecem a contribuição do sucesso de alguns *clusters* e distritos industriais e o crescimento das pesquisas na área da geografia econômica na década de 1990 para o fortalecimento do conceito de SRI.

Gunnarsson e Wallin (2008) destacam a importância das políticas públicas locais na indução do comportamento dos componentes do SI e, conseqüentemente, na conformação de um sistema regional/local diferenciado.

Especificidades das políticas públicas somadas às características culturais geram normas, rotinas, hábitos e demais elementos institucionais que resultam naquilo que

²⁶ Put simply, the more tacit the knowledge involved, the more important is spatial proximity between the actors taking part in the exchange. The proximity argument is twofold. First, it is related to the time geography of individuals. Everything else being equal, interactive collaboration will be less costly and more smooth, the shorter the distance between the participants. The second dimension is related to proximity in a social and cultural sense. To communicate tacit knowledge will normally require a high degree of mutual trust and understanding, which in turn is related not only to language but also to shared values and 'culture' (Malmberg and Maskell, 1995, p.26).

Cooke; Uranga; Etxebarria (1997) identificam como o “capital social” da região, ao qual atribuem a responsabilidade pela definição de uma trajetória tecnológica distinta das demais regiões nacionais.

Assim, tendo em vista as considerações expostas acima e, simultaneamente, resgatando a definição sintética proposta por Christopher Freeman para o SNI, um ‘Sistema Regional ou Local de Inovação’ é definido como um conjunto de organizações públicas e privadas que, dentro de uma região delimitada ou de uma localidade, estão vinculadas direta ou indiretamente às atividades de pesquisa, ensino, produção, criação, apropriação e difusão da inovação, bem como suas redes de relacionamentos estabelecidas com o objetivo da troca de conhecimento e fortemente marcadas pelas normas e cultura vigentes no espaço ao qual estão circunscritas. Do que se conclui que o SRI, bem como o SLI, diferencia-se do SNI exclusivamente em função da restrição geográfica do foco de análise.

Restrição esta que não implica em demérito aos conceitos de SRI e SLI, uma vez que do ponto de vista analítico, os mesmos complementam o SNI, dado que este é composto por unidades espaciais desiguais quanto à oferta de recursos e arcabouço institucional. Portanto, as análises de SRI e SLI revelam em maior profundidade as especificidades de determinadas áreas que compõem o SNI.

1.2.3 SISTEMA TECNOLÓGICO DE INOVAÇÃO

Enquanto as abordagens de SRI e SLI têm, em virtude da importância da proximidade e das características institucionais, as fronteiras geográficas como variável relevante na determinação dos relacionamentos inovativos, a abordagem de STI parte do princípio de que os vínculos entre os agentes econômicos são determinados pela existência de problemas e recursos tecnológicos comuns ou pela necessidade de compartilhamento de conhecimentos complementares em uma dada base tecnológica, ou seja, sob este ponto de vista, a variável-chave das interações é a interdependência tecnológica e os limites do STI são determinados pelas zonas de influências de uma dada tecnologia (Carlsson e Stankiewicz, 1991; Autio e Hameri, 1995; Carlsson et al, 2002 ; Sung e Carlsson, 2003; Sung e Carlsson, 2004; Bergek et al, 2008).

Portanto, um “Sistema Tecnológico de Inovação” é um arranjo entre usuários e produtores de uma tecnologia específica ou ainda, segundo Carlsson et al (2002 , p. 237), uma rede de organizações cujas fronteiras são definidas a partir dos problemas tecnológicos para os quais seus componentes buscam solução numa dada base de conhecimento relevante. A este comportamento de ‘busca numa dada base de conhecimento’, Nelson e Winter (1982, p. 375) denominam por regime tecnológico o que definem como “as crenças dos técnicos sobre o que é viável ou ao menos o que vale a pena tentar”²⁷.

Autio e Hameri (1995) definem o STI como um conjunto de conhecimentos tecnológicos correlacionados e os vários agentes que participam do processo de criação, difusão, replicação e uso destes conhecimentos e salientam que, ao contrário do que ocorre nos SNI, SRI e SLI, a variável institucional é secundária na abordagem de STI. Neste a dinâmica sistêmica é determinada pelas condições de transferência, compartilhamento e apropriabilidade do conhecimento, ou seja, características inerentes à tecnologia em

²⁷ Segundo Marsili e Verspagen (2001, p. 3), o regime tecnológico traça um elo de ligação entre os vários aspectos do processo inovativo e organiza as diferenças entre as indústrias em algumas categorias invariáveis.

questão. Além disto, a inovação relevante é a inovação tecnológica. Entendida a 'inovação tecnológica' como o avanço das habilidades para entender os problemas técnicos e desenvolver novos conceitos e soluções para estes problemas, bem como ampliar a eficiência técnica.

Assim, considerando o exposto acima e, mais uma vez, retomando a proposição de Christopher Freeman para o SNI, um Sistema Tecnológico de Inovação é definido como o conjunto de organizações públicas e privadas, bem como os relacionamentos que estabelecem entre si, que atuam em atividades de pesquisa, ensino, produção, criação, apropriação e difusão da inovação, na busca de solução para um determinado conjunto de problemas condicionados por um dado regime tecnológico.

Do ponto de vista analítico, assim como nas abordagens de SRI e SLI, a importância da análise dos STI's decorre das peculiaridades que distinguem o comportamento das diferentes redes de relacionamento que compõem os SI's. Particularmente, no caso da abordagem de STI tais diferenças têm suas origens nos imperativos das tecnologias envolvidas e, conseqüentemente, dos regimes tecnológicos aos quais as organizações estão submetidas.

1.2.4 SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO

Finalmente, mas sem a pretensão de esgotar as possibilidades de arranjos analíticos dos SI's, temos a abordagem de "Sistema Setorial de Inovação" (SSI) cujas fronteiras são definidas por afinidades econômicas ou estruturais da área de atuação das indústrias. Sob esta perspectiva, o setor é constituído pelo conjunto de indústrias que comungam a produção de bens semelhantes, atuam num mesmo mercado ou cadeia produtiva, ou numa definição mais genérica, compartilham afinidades produtivas e o SSI é composto por esse conjunto de indústrias juntamente com seus vínculos

inovativos intra e intersetoriais (Klevorick et al, 1995; Malerba e Orsenigo, 1997; Meyer-Krahmer e Schmoch, 1998; Malerba, 1999; Malerba, 2002; Pavitt, 2002; Iliev, 2005).

Em resumo, a razão de ser da abordagem setorial está nas diferenciações de comportamento que decorrem do tipo de bem ou conjunto de bens produzidos pela firma e que determinam não apenas as características do processo de produção e estratégias competitivas, mas também regularidade ao comportamento inovativo. Logo, os padrões setoriais de inovação.

Variáveis como padrão concorrencial, estrutura de mercado, perfil organizacional, ciclo de vida do produto, modelos de relacionamento com consumidores e fornecedores ou tecnologias em uso, ocasionam diferentes padrões inovativos, definem se o esforço para a inovação concentra-se em produto ou processo, se o foco das inovações está na ampliação de mercado, redução de custos ou melhoria de produtos, se as fontes prioritárias de inovação são internas ou externas, bem como tipificam as formas de aprendizagem, produção do conhecimento e apropriação dos benefícios econômicos gerados pelo conhecimento produzido. Ou seja, nos termos da EENS, definem o padrão de busca e a trajetória tecnológica de uma dada indústria.

O amplo conjunto de variáveis que orientam a análise setorial possibilita distintas formas de agrupamento das firmas, ou seja, de constituição de SSI, e tornam a abordagem de SSI bastante flexível por permitir distintos níveis e tipos de agregação ou concepção do setor. Sendo a mais frequente delas a definição das fronteiras setoriais pelo perfil dos bens produzidos pelas firmas. Por exemplo, setor metalúrgico, farmacêutico, alimentício, químico, aeronáutico, naval, de máquinas e equipamentos ou automobilístico (Cohen; Florida; Goe, 1994; Klevorick et al, 1995; Malerba e Orsenigo, 1997; Scharfetter et al, 2002; Campos, 2005) ou ainda, num nível maior de especificidade do produto, fabricantes de turbinas, equipamentos médicos, semicondutores ou peças automotivas (Cohen e Walsh, 2000; Johnson e Jacobson, 2002).

Outras concepções de SSI propõem agregações mais amplas. Por exemplo, através do agrupamento das firmas segundo a intensidade tecnológica – alta, média e baixa

(Cassiolato, 1992; Santoro, 2000; Hirsch-Kreinsen, 2008a; Smith, 2008) ou segundo o perfil dos relacionamentos entre usuários e produtores das inovações (Pavitt, 1984). Ou ainda, os limites setoriais podem ser estabelecidos a partir do uso de uma dada tecnologia. Neste sentido, alguns autores preferirão tratar o STI como uma modalidade de SSI no qual o setor é definido pela comunhão tecnológica (Hirsch-Kreinsen, 2008b).

Autio e Hameri (1995) destacam que a proximidade conceitual tem sua origem no fato da tecnologia em uso estar estreitamente vinculada às necessidades de um dado mercado, conseqüentemente as fronteiras tecnológicas tendem a coincidir com as fronteiras do setor econômico. Concomitantemente, apontam para a existência de um processo evolucionista na construção das fronteiras setoriais, segundo o qual na fase de surgimento de uma tecnologia as fronteiras são definidas pelas fronteiras da disciplina acadêmica que inspiram a tecnologia. Alcançada a maturidade tecnológica, as fronteiras coincidem com as fronteiras da indústria.

A proximidade entre os conceitos de STI e SSI, bem como entre SLI, SRI e SNI reafirma a ausência de conflito entre as distintas abordagens de SI e indica que as fronteiras analíticas são móveis e, muitas vezes, superpostas. Neste sentido, Castellacci (2006a) propõe que as abordagens aqui apresentadas consistem em níveis distintos de análise²⁸. Dos quais o sistema nacional é o nível macro, os sistemas setoriais, tecnológicos, regionais e locais representam o nível meso e as firmas, universidades ou institutos de pesquisa o nível microeconômico de análise²⁹. Ou, como preferem Autio e Hameri (1995), o SNI pode ser entendido como um 'metasistema' composto por sistemas regionais, locais e setoriais.

²⁸ Segundo Nelson e Nelson (2002, p. 267): For evolutionary theorists, a country's level of technological competence is seen as the basic factor constraining its productivity, with technological advance the central driving force behind economic growth.

²⁹ Malerba (2002, p. 2) afirma: "the notion of sectoral system of innovation and production complements other concepts such as national systems of innovation which has a focus on national boundaries and on non-firms organizations and institutions; regional/local innovation systems in which the focus is on the region; and technological systems, in which the focus is mainly on networks of agents for the generation, diffusion and utilization of technologies".

Num primeiro grupo (sistemas nacionais, regionais e locais), a afinidade ou vínculo entre os diferentes componentes do sistema está na proximidade geográfica e no arcabouço institucional que os aproxima.

No segundo (sistemas setoriais), os vínculos são estabelecidos a partir de demandas intrínsecas do nível microeconômico, ou seja, das necessidades de firmas, universidades, institutos de pesquisa e demais componentes organizacionais do conjunto sistêmico. Neste sentido, é possível afirmar que mesmo as relações analisadas segundo as abordagens de sistemas nacionais, regionais ou locais, obedecem aos imperativos setoriais que buscam complementaridade tecnológica, ou ainda e nos termos da EENS, que os relacionamentos são estabelecidos em decorrência das características genéticas dos componentes do grupo, neste caso, da comunhão de áreas de conhecimentos e competências afins.

Conseqüentemente, é possível afirmar que o SSI destaca-se como a abordagem de SI que melhor permite apreender o comportamento dos componentes organizacionais e, portanto, a diversidade dos sistemas inovativos no nível das firmas. Visto que, a realidade concorrencial molda a estratégia competitiva das empresas e, por decorrência, a rotina e o padrão de busca destas. O que não implica em menosprezo aos determinantes locais.

Em resumo, não obstante a ascendência da abordagem de SSI para evidenciar as especificidades interindustriais do comportamento inovativo, os diferentes SI's devem ser entendidos como níveis distintos de análise que comungam os relacionamentos entre os componentes do "sistema de inovação" como objeto de investigação e, tendo em vista que, destes relacionamentos, o principal produto é o conhecimento, as relações de universidades ou institutos de pesquisa com as indústrias ocupam um lugar particularmente importante nas análises de SI's.

1.3 UNIVERSIDADES E EMPRESAS NOS SI'S

Como visto anteriormente, um sistema de inovação pode ser definido, em sua essência, como um complexo de organizações que, permeadas por um dado aparato institucional e por uma dada divisão do trabalho, se inter-relacionam, pesquisam e trocam conhecimento, com o objetivo último da produção de inovações.

A divisão do trabalho é aqui destacada, pois esta define não apenas a razão de existência das organizações como as funções que as mesmas ocupam nos sistema econômico e de inovação. Isto posto, as atividades de pesquisa básica e aplicada são, por excelência, a atribuição dos institutos de pesquisa que, juntamente com as universidades, compõem a infraestrutura de conhecimento da sociedade.

Empresas ou firmas são organizações que têm por função seminal a produção de mercadorias ou serviços e, dado que a inovação é a introdução de um novo produto ou serviço, uma nova técnica de produção ou uma mudança na estrutura concorrencial, é também, sob a perspectiva do SI, o agente responsável pela introdução das inovações. E é justamente em decorrência da necessidade de inovação que as empresas envolvem-se com as atividades de pesquisa.

As universidades, por sua vez, são organizações cuja razão de existência está na formação de nível superior dos recursos humanos e, no exercício desta função, absorvem, criam e difundem o conhecimento. Adicionalmente, ao longo do tempo e em consonância com as características institucionais próprias e de seu entorno, o estágio de desenvolvimento e as demandas da sociedade esta função que lhe é específica foi ampliada. Inicialmente, na direção de um maior aprofundamento das atividades de criação do conhecimento através da realização de pesquisa. Mais recentemente, na direção de uma maior integração das pesquisas acadêmicas às demandas do setor produtor de bens e serviços, da intensificação dos processos de transferência tecnológica e da comercialização do conhecimento gerado pelas pesquisas

universitárias (Florida, 1999; Florida e Cohen, 1999; Brito Cruz, 2004; Trippi e Todtling, 2006; Wolfe, 2006; D'Este e Patel, 2007; Póvoa, 2008; Schwartzman, 2008) .

Tais mudanças impõem novos questionamentos a todos os atores do SNI e desafios ao ambiente acadêmico, pois, se por um lado, demandam o aumento da capacidade de troca da universidade através da ampliação e intensificação de relacionamentos cooperativos e interativos com as empresas, por outro lado, também introduzem, na universidade, a comercialização do conhecimento o que pressupõe a adoção de um comportamento auto-interessado e empresarial na condução das pesquisas acadêmicas e a conseqüente restrição dos fluxos de conhecimento. Portanto, implica em mudanças institucionais radicais dado que decorre da privatização, ao menos de parte, do produto das atividades de pesquisa acadêmica, através de, entre outros instrumentos, registro de patentes, licenciamento e criação de *spin-offs* acadêmicos. (empresas de base tecnológica criadas a partir do conhecimento gerado na universidade).

Neste sentido, Schwartzman (2008, p. 3) afirma: “as instituições de educação superior sempre desempenharam papéis importantes em cultivar conhecimento e colocá-lo em benefício da sociedade. Em épocas e sociedades diferentes, estas atividades de produção de conhecimento englobaram desde a educação tradicional nas profissões liberais até o desenvolvimento de pesquisa avançada nas ciências básicas e suas aplicações”, ou seja, o papel desempenhado pela universidade é mutável e evolui, ao longo do tempo, segundo as demandas tecnológicas da sociedade. Conseqüentemente, suas novas formas de inserção na divisão do trabalho devem ser entendidas sob esta perspectiva.

Ao que Brito Cruz (2004, p. 11) acrescenta: “enquanto a missão fundamental da empresa na sociedade é a produção e a geração direta de riqueza, a missão fundamental e singular da universidade é formar pessoal qualificado”. Logo, “um projeto de pesquisa só será adequado a esta missão quando ele contribuir ao treinamento de estudantes, o que restringe o número de projetos que sejam atraentes por parte das universidades”. Seguindo a mesma linha de raciocínio, dirigentes de empresas

participantes de centros de pesquisa montados em parceria com universidades norte-americanas revelaram, em entrevistas conduzidas por Florida e Cohen (1999, p. 9), preocupação idêntica acerca do papel das universidades e suas mudanças recentes: “estudantes são o principal produto que as universidades produzem e as indústrias estão preocupadas que o foco no lucro possa prejudicar a função educadora”.

Em síntese, é indubitável a definição do papel fundamental das universidades, a educação e a produção do conhecimento. No entanto, a recente agregação de funções de capitalização do conhecimento gerado torna mais difusa a definição dos objetivos destas organizações, especificamente, no exercício das atividades de pesquisa e resulta numa maior heterogeneidade do sistema universitário e diversidade na forma de inserção das universidades na sociedade.

As atividades de pesquisa universitária são, tradicionalmente, definidas como orientadas pela busca do conhecimento e aprimoramento científico e tecnológico da sociedade resultando num conhecimento público. Todavia, a introdução do atributo de comercialização do conhecimento, agrega outras orientações para a pesquisa acadêmica, caráter privado a parte do conhecimento produzido e apropriação privada dos benefícios financeiros gerados o que não deve significar, necessariamente, uma negação dos princípios que norteiam estas organizações.

Assim, respeitados os limites impostos pela função precípua das universidades, a presença das atividades de pesquisa nas organizações de ensino superior atende a dois princípios fundamentais. De um lado, o mais óbvio deles, a pesquisa acadêmica resulta na ampliação da capacitação tecnológica nacional, principalmente, por meio da qualificação de sua mão-de-obra. De outro, as atividades de pesquisa desenvolvidas nas universidades e institutos de pesquisa propiciam o alargamento das fronteiras do conhecimento científico e viabilizam os investimentos em aplicação e desenvolvimento realizados pelos outros atores do sistema nacional de inovação (Florida e Cohen, 1999; Brito Cruz, 2004). Ou seja, as universidades abarcam as funções de repositório do conhecimento e formação de pessoal qualificado para ler e ampliar o estoque de conhecimento da sociedade (Albuquerque; Silva; Póvoa, 2005).

Brito Cruz (1996, p. 2) comunga desses princípios, no entanto, defende que, com relação à pesquisa, a principal contribuição da universidade encontra-se na pesquisa básica, uma vez que “a atividade de busca do conhecimento original é instrumento ideal para estimular e exercitar a atividade intelectual dos estudantes e assim formá-los melhor” e complementa: “o investimento em ciência básica é necessário tanto para formar os melhores cientistas e engenheiros, como também como celeiro de ideias que garantam a existência e a qualidade das atividades em pesquisas aplicadas e desenvolvimento” praticadas, em especial, nas empresas.

Além das funções já destacadas, particularmente em países subdesenvolvidos, a pesquisa acadêmica pode representar uma forma de suprir os investimentos incipientes do setor empresarial (Brito Cruz, 2004). O que é compatível com a proposição de Carlsson et al (2002) acerca do funcionamento dos sistemas. Segundo estes autores, na ausência ou mudança de comportamento de um componente do sistema os outros adaptarão suas próprias características ou o relacionamento entre os componentes será mudado num esforço adaptativo.

Em resumo e de um ponto de vista estrito, empresas produzem bens e serviços, institutos de pesquisa produzem conhecimento e universidades formam recursos humanos. Empresas e universidades envolvem-se com pesquisa por uma mesma razão, fazer melhor aquilo que é sua função primordial. E, exatamente porque a razão é a mesma, a pesquisa é, em sua essência, diferente. Empresas fazem pesquisas com objetivos específicos, ou melhor, direcionadas à busca de respostas para problemas tecnológicos delimitados pelo seu escopo de produtos ou objetivos estratégicos de produção de novos conhecimentos tecnológicos. Empresas apreendem saber científico para a produção de saber tecnológico e inovações. Universidades fazem pesquisas guiadas pela busca do aprimoramento científico e tecnológico da sociedade, com o objetivo da obtenção do conhecimento ou, dadas as mudanças recentes na sua forma de inserção, com o objetivo de comercialização do conhecimento obtido, ou ainda, em função de seus relacionamentos interativos, com o objetivo de atender a demandas específicas das firmas com as quais mantêm parcerias.

1.3.1 INTERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA (IUE)

De acordo com Nelson (1996) e Mowery et al (2004) a aproximação entre universidades e empresas não é recente e caracterizou o perfil de atuação de universidades norte-americanas já no século XIX, quando surgiram as primeiras ‘faculdades vocacionais’, ou seja, faculdades que ofertam cursos e fazem pesquisas fortemente vinculadas às vocações produtivas de sua vizinhança, “um número muito grande de escolas escolheu suas missões, estilos e foco com base nas necessidades idiossincráticas do seu entorno provinciano... em muitos casos, as atividades de treinamento e de pesquisa relativas aos problemas das indústrias locais evoluíram juntas” (Nelson, 1996, p. 307).

Conquanto não seja uma novidade, nas últimas décadas, o aumento da complexidade das relações entre ciência e tecnologia, as mudanças nas concepções acerca da produção do conhecimento e das inovações, bem como na definição de relevância das inovações para o desenvolvimento econômico contribuíram para a propagação de um modelo de inserção ativa das universidades e para a transformação deste modelo em objeto de políticas públicas de diversos países e agências de fomento em todo o mundo³⁰ (Cohen; Florida; Goe, 1994; Meyer-Krahmer e Schmoch, 1998; Cohen; Nelson; Walsh, 2002; Colyvas et al, 2002; Owen-Smith et al, 2002; Mowery e Sampat, 2005; D’Este e Patel, 2007; Godin, 2007), o que agregou às funções já consagradas das universidades, produção e transmissão do conhecimento, as funções de produção e transferência de tecnologia e inovações tecnológicas através do estreitamento de suas relações com as empresas (Florida e Cohen, 1999; Trippl e Todtling, 2006) e da adoção de um posicionamento ativo na promoção do desenvolvimento econômico e interativo na produção do conhecimento.

³⁰ Particularmente no caso dos países desenvolvidos, a redução dos recursos públicos destinados às pesquisas acadêmicas também serviu para impulsionar o movimento das instituições de ensino superior na direção de novas fontes de financiamento (Meyer-Krahmer e Schmoch, 1998; Florida e Cohen, 1999; Mowery e Sampat, 2005).

As interações podem ser diretas ou indiretas, formais ou informais, entre organizações (universidades e empresas), entre indivíduos e organizações ou entre indivíduos da universidade e da empresa e podem ocorrer através de distintos canais de transferência que resultam em compartilhamento ou, nos casos de maior aproximação, criação conjunta do conhecimento (Katz e Martin, 1997; Scharinger et al, 2002; Inzelt, 2004; Brennenraedts et al, 2006; Bekkers e Freitas, 2008).

Arvanits; Kubli; Woerter (2008, p. 1986) definem as ‘transferências de conhecimento’ e as ‘transferências de tecnologia’, objetivos fundamentais das interações, como todas as atividades destinadas a transmitir conhecimento ou tecnologia que possam ajudar empresas e organizações acadêmicas – dependendo da direção da transferência - a desenvolver suas próprias atividades. Ou seja, as interações promovem a complementaridade do conhecimento e, desta forma, ampliam o poder criativo das organizações que dela participam.

Brisola et al (1997) identificam seis tipos distintos de práticas interativas envolvendo universidades e empresas, quais sejam, acordos de cooperação, criação de empresas para buscar capital de risco, estabelecimento de trabalhos de consultoria, realização de contratos de pesquisa cooperativa, implantação de parques tecnológicos e participação de professores nos *boards* das empresas e vice-versa.

D’Este e Patel (2007) propõem cinco categorias distintas de interação. A primeira categoria é composta por reuniões e conferências com patrocínio das empresas. A segunda envolve trabalhos de consultoria e pesquisas encomendadas pelas indústrias. A terceira categoria inclui a criação de *spin-offs* e novas instalações físicas nas universidades com cessão de recursos por parte das empresas. A quarta categoria abrange as atividades de capacitação de recursos humanos para a indústria. Finalmente, a quinta categoria contempla as atividades de investigação conjunta.

Santoro (2000) propõe uma tipologia das interações de universidades e empresas composta de quatro categorias. A primeira delas “Apoio de Pesquisa” envolve a concessão, para a universidade, de recursos monetários ou equipamentos pelas empresas. A segunda “Pesquisa Cooperativa” resulta na junção de recursos humanos

e/ou materiais das duas instituições com o objetivo de solucionar algum problema específico da firma. A terceira categoria, “Transferência de Conhecimento” envolve um conjunto amplo de possibilidades de interações como as interações pessoais, educação cooperativa e intercâmbio de recursos humanos. Por fim, a “Transferência de Tecnologia” diz respeito às atividades de pesquisa direcionadas ao desenvolvimento de novas tecnologias, produtos ou processos segundo as demandas da empresa.

Em resumo, assim como são múltiplas as interações desenvolvidas entre empresas e universidades, também são múltiplos os canais utilizados para transferência de conhecimento e tecnologia.

A opção por um dado canal de transferência é determinada por particularidades organizacionais das empresas e universidades (Cohen; Nelson; Walsh, 2002), características estruturais da indústria (Pavitt, 1984; Marsili e Verspagen, 2001), especificidades das disciplinas e conhecimentos envolvidos (Meyer-Krahmer e Schmoch, 1998; Schartinger et al, 2002)³¹, das características individuais dos pesquisadores envolvidos (D’Este e Patel, 2007) e do ambiente institucional nos quais estas organizações estão inseridas.

O Quadro 1.1, proposto por Brennenraedts et al (2006) sintetiza as diferentes atividades interativas de universidades e empresas e os seus respectivos canais de transferência de conhecimento e tecnologia.

³¹ Segundo Schartinger et al (2002, p. 307). a existência de diferenças na forma e intensidade das interações, em virtude das áreas de conhecimento envolvidas, resulta em uma certa divisão do trabalho dentro da universidade (faculdades/disciplinas interagem mais ou menos e de formas diferentes de acordo com as características de suas áreas de atuação).

Quadro 1.1 - Categorias e Canais de IUE	
Tipo de Interação	Canal de Transferência
Publicações	Publicações científicas; Co-publicações; Consultoria de publicações.
Participação em conferências profissionais redes & conselhos	Participação em conferência; Participação em feiras; Intercâmbio em organizações profissionais; Participação em conselhos de administração de instituições de conhecimento; Participação em organizações governamentais.
Mobilidade de pessoas	Graduados; Mobilidade dos institutos de conhecimento público para indústria; Mobilidade da indústria para institutos de conhecimento público; Estagiários; Nomeações duplas; Intercâmbio temporário de pessoal.
Outros contatos/redes informais	Redes baseadas em amizade; Sociedades de alunos; Outros conselhos.
Cooperação em P&D	Projetos conjuntos de P&D; Apresentação de pesquisa; Supervisão de um estagiário ou estudante de doutorado; Financiamento de pesquisa de doutorado; Patrocínio de pesquisa.
Partilha de instalações	Laboratórios compartilhados; Uso comum de máquinas; Local ou edifício comum (Parques da Ciência); Compra de protótipos.
Cooperação em educação	Contrato de educação ou treinamento; Reciclagem de funcionários; Estudantes que trabalham; Influência de currículos de programas universitários; Provisão de bolsas de estudo; Patrocínio da educação.
Contrato de pesquisa e assessoria	Pesquisa contratada; Consultoria contratada.
DPI – Direitos de Propriedade Intelectual	Patentes Co-patenteamento Licenças de patentes das universidades Direitos do autor e outras formas de propriedade intelectual.
Spin-offs e empreendedorismo	Spin-offs; Start ups Incubadoras nas universidades; Empreendedorismo (estímulo).

Fonte: Brennenraedts et al (2006)

No Brasil, o Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq trabalha com uma tipologia composta de 14 canais de interação, definidos segundo a origem dos fluxos dos relacionamentos expostos no Quadro 1.2.

Quadro 1.2 - Canais de IUE segundo o Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq	
Direção dos Fluxos	Canais
Das universidades para as empresas	Atividades de consultoria técnica não contempladas nos demais tipos;
	Atividades de engenharia não rotineira inclusive o desenvolvimento de protótipo cabeça de série ou planta piloto;
	Desenvolvimento de software;
	Fornecimento de insumos materiais para as atividades sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo;
	Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados;
	Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados;
	Transferência de tecnologia;
	Treinamento do pessoal incluindo cursos e treinamento em “serviço”;
	Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores.
Das empresas para as universidades	Atividades de engenharia não rotineira inclusive o desenvolvimento/fabricação de equipamentos;
	Desenvolvimento de software não rotineiro;
	Fornecimento de insumos materiais para as atividades sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo;
	Transferência de tecnologia;
	Treinamento do pessoal incluindo cursos e treinamento em “serviço”.

Fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq

1.4 AVALIAÇÕES EMPÍRICAS DO REFERENCIAL TEÓRICO

Em suas pesquisas Klevorick et al (1995) e Cohen; Nelson; Walsh (2002) identificaram as indústrias química, petroquímica, farmacêutica, de semicondutores, computadores, instrumentos eletrônicos, equipamentos elétricos e aeroespaciais como aquelas que

mantêm relacionamento mais estreito com a dimensão científica do SNI norte-americano e constataram diferenças intersetoriais significativas de comportamento inovativo, quanto aos esforços realizados, aos canais de transferências e às fontes de oportunidades tecnológicas utilizadas.

Diferenças intersetoriais também foram verificadas por Pavitt (1984), no entanto, também foi verificada uma certa regularidade no comportamento das empresas inovadoras que ultrapassa as fronteiras setoriais. A partir de relatos de especialistas e empresas consideradas inovadoras do Reino Unido, Keith Pavitt, aponta que a principal fonte de conhecimento citada por estas empresas é a própria firma (59%), em segundo lugar as outras firmas (34%) e por fim a infraestrutura pública (7%) e classifica as indústrias segundo: 1) as fontes das inovações usadas pelo setor; 2) a origem e natureza das inovações (de processo ou produto³²) e 3) o tamanho das firmas³³.

Destoam do comportamento médio quanto às fontes dos insumos tecnológicos a Indústria de Bens de Capital Eletrônicos, Computadores, Máquinas para Mineração de Carvão, Componentes Eletrônicos e Instrumentos com elevada menção das fontes públicas de insumo (23%, 16%, 16%, 15% e 13% respectivamente) e a Indústria de Plásticos e Calçados e Produtos de Couro pela relevância dos insumos produzidos por outras indústrias (55% e 48% respectivamente).

Quanto à origem das inovações utilizadas, destacam-se os setores de Engenharia Elétrica e Eletrônica com 81% das inovações utilizadas produzidas pelo próprio setor e o setor Têxtil com apenas 16%.

Quanto ao perfil das inovações produzidas, 93% das inovações do setor de Instrumentos de Precisão são inovações de produto, enquanto no setor de Couro e Calçados as inovações de processo representam 73,5%.

³² Na taxonomia adotada por Keith Pavitt as inovações de produto são aquelas que o setor usuário da inovação é diferente do setor produtor da mesma e as inovações de processo aquelas que o setor usuário é o mesmo setor produtor Pavitt (1984, p. 7).

³³ O que é compatível com a proposição schumpeteriana acerca da correlação entre o tamanho das firmas e os investimentos das mesmas em P&D (Schumpeter, 1943).

Finalmente, quanto ao tamanho das empresas inovadoras, destacam-se os setores de Couros e Calçados, Engenharia Mecânica e Instrumentos de Precisão nos quais é relevante a atuação das pequenas empresas na promoção da inovação.

A partir destas diferenças de comportamento das indústrias, Keith Pavitt propõe uma agregação baseada no perfil inovativo das firmas, o que resulta numa taxonomia composta por quatro categorias de indústrias, quais sejam:

- Dominadas por fornecedores: setores tradicionais da manufatura (agricultura, construção civil, serviços financeiros e comerciais), em sua maioria compostos por pequenas firmas com pouca atuação no desenvolvimento de atividades internas de P&D e cujas inovações concentram-se em processo e no objetivo de redução de custos e são ocasionadas, fundamentalmente, pelas mudanças promovidas por fornecedores (máquinas, equipamentos e outros recursos produtivos).
- Intensivas em escala: produtores de produtos padronizados (aço, vidro) e bens duráveis de consumo (automóveis), caracterizadas pela presença de grandes empresas com forte ascendência dos departamentos de engenharia de processo e produção, predomínio das inovações de processo com objetivo na redução de custos e desenvolvimento próprio de novas tecnologias através de atividades internas de P&D.
- Fornecedores especializados: pequenas empresas fornecedoras de máquinas, instrumentos de precisão, equipamentos e softwares, com elevados fluxos de informação com clientes e fornecedores, predomínio de inovações de produto que buscam benefícios de desempenho e são decorrentes de atividades inovativas internas.
- Baseadas em ciência: grandes empresas atuantes em setores (químico, eletroeletrônico e materiais elétricos), cuja trajetória tecnológica é

fortemente dependente do desenvolvimento da ciência básica e é orientada pelas reduções de custos e ampliação de performance dos produtos, as atividades internas de P&D são relevantes e a introdução de inovações está a cargo das próprias empresas.

Dosi; Pavitt; Soete (1990), a partir da compilação de um amplo conjunto de estatísticas internacionais e da taxonomia de padronização setorial proposta por Keith Pavitt, propõe a seguinte categorização³⁴ dos setores da indústria:

- Dominados por fornecedores: artigos de borracha e plástico, artigos de couro e calçados, confecção, editoração, móveis, produtos de madeira e produtos têxteis.
- Intensivas em escala: bebidas, celulose e papel, fumo, metalurgia básica, minerais não metálicos, produtos alimentícios, bebidas, refino de petróleo, produtos de metal e veículos.
- Fornecedores especializados: equipamentos ferroviários, máquinas e equipamentos, navios e outras embarcações.
- Baseadas em ciência: aeroespacial, farmoquímicos e farmacêuticos, informática, materiais elétricos, produtos eletrônicos e produtos químicos.

Tendo como referencial a taxonomia proposta por Keith Pavitt, Zucoloto (2004) analisou os resultados da Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC do ano de 2000 e identificou que, no Brasil, apenas 3,9% das indústrias de transformação inovadoras mantêm relações de cooperação com universidades e institutos de pesquisa. Dentre estas indústrias as mais interativas são as baseadas em ciência (7,5%), os fornecedores especializados (6,6%) e as intensivas em escala (3,8%). No setor da

³⁴ A categorização foi ajustada à nomenclatura da Classificação Nacional das Atividades Econômicas CNAE 2.0.

metalurgia básica, componente do grupo de firmas intensivas em escala, 6,9% são interativas e destaca-se o fato de que entre elas o subgrupo de produtos siderúrgicos apresenta o segundo maior grau de interação da indústria nacional (19,9%) atrás apenas da indústria de celulose e outras pastas (53,6%) e seguida pela de petróleo (15,1%), todas elas indústrias intensivas em escala.

Com abordagem e objeto semelhante, Campos e Ruiz (2009), Campos (2005) identificaram que o padrão inovativo das indústrias brasileiras, no período 1998 - 2000, apesar das convergências com a taxonomia pavittiana, apresentou particularidades destoantes que resultaram em comportamentos de buscas distintos e, conseqüentemente, em agregações diferentes daquelas propostas. No caso dos setores 'Intensivos em Economias de Escala' constatou-se que "os conhecimentos codificado e tácito se mostram importantes na formação de capacitações tecnológicas, sendo até certo ponto surpreendente a importância atribuída para a interação com universidades e centros de pesquisa neste padrão." (Campos, 2005, p. 18).

Além disto, o padrão inovativo da 'Indústria de fumo' brasileira a posicionou no grupo 'Intensivo em escala', quando a sua classificação esperada seria 'Dominada por fornecedores'. Caso semelhante da indústria de 'Celulose e outras pastas', incluída no grupo 'Fornecedores especializados', cuja expectativa é de participação no grupo 'Dominados por fornecedores' ou 'Intensivo em economias de escala'.

A metalurgia básica, mesmo desagregada em dois grupos ('Produtos siderúrgicos' e 'Metalurgia de metais não ferrosos e fundição') posicionou-se, como esperado, no setor 'Intensivo em economias de escala'. Resultado distinto do alcançado por Castro (2010) que analisou a PINTEC 2005 e classificou a 'Metalurgia de metais não ferrosos' no grupo 'Dominado por Fornecedores' e a 'Siderurgia' como 'Intensiva em economias de escala'.

Também merece destaque na análise empreendida por Castro (2010) o fato da indústria de 'Produtos químicos, farmoquímicos e farmacêuticos' ter apresentado um comportamento muito difuso que não permitiu sua classificação nos moldes da taxonomia pavittiana. Caso semelhante das indústrias de 'Máquinas e equipamentos',

'Veículos', 'Fumo', 'Equipamentos de transportes' e 'Material eletrônico básico'. Por outro lado, o setor brasileiro de 'Petróleo' posicionou-se no grupo 'Baseado em ciência' o que, segundo a autora, pode ser explicado pelo esforço de pesquisa na área do pré-sal e pelas demandas ambientais e regulatórias do setor.

Archibugi; Cesaratto; Sirilli (1991) pesquisaram o perfil inovativo de 24.000 empresas italianas e identificaram a existência de padrões setoriais muito semelhantes àqueles propostos por Pavitt (1984), o que os levou a concluir que a abordagem taxonômica, nos moldes pavittianos, é uma ferramenta útil para organizar e interpretar a riqueza das fontes de mudança tecnológica e sua relação com a organização industrial. Com relação à organização industrial, foi comprovada uma forte correlação entre o tamanho das firmas e a intensidade dos esforços inovativos.

A partir do comportamento inovativo da indústria manufatureira de dez países europeus (Espanha, França, Itália, Holanda, Noruega, Portugal, Suécia, Reino Unido e Áustria), portanto, desconsiderando fronteiras nacionais, Castellacci (2004) propõe o refinamento da taxonomia pavittiana e identifica quatro padrões distintos de comportamento inovativo, quais sejam:

- Indústria de Avanço Tecnológico Determinado pelos Usuários: composto por fabricantes Equipamentos de Escritório, Rádio, TV, Computadores, Máquinas e equipamentos, Equipamentos médicos e ópticos e Materiais elétricos. Elevados investimentos em P&D e design e grande número de inovações de produtos e processos;
- Indústrias Sistêmicas: os riscos dos projetos inovativos são compartilhados com outros componentes do sistema de inovação, é elevada presença de atividades contínuas de P&D e propensão à utilização de patentes como forma de apropriação, o grupo é composto apenas por fabricantes de produtos Químicos e de Coque, derivados do petróleo e combustível nuclear;
- Indústria Investimento-Intensiva: composta por Veículos, Outros equipamentos de transportes, Produtos de Borracha e Plástico,

Metalurgia Básica, Produtos de Metal, o agrupamento apresenta baixa propensão à apropriação através de patentes, bem como às atividades contínuas de P&D. No entanto, são intensos os laços com os usuários das novas tecnologias;

- Indústria de Difusão Incorporada: composta por Alimentos e bebidas, Produtos Têxteis, Confecção, Couro e Calçados, Produtos de Madeira, Móveis, Produtos minerais não metálicos, Impressão, Celulose e Papel. Os investimentos inovativos são concentrados na aquisição de máquinas e equipamentos o que determina a lenta difusão do conhecimento.

Partindo da crítica à metodologia adotada por Pavitt (1984), Som; Dreher; Maloca (2010) propõem que as diferenças intersetoriais devem ser observadas com maior cuidado e, por esta razão, a classificação de padrões inovativos mais adequada deve ser realizada a partir das firmas e não dos setores, visto que, dentro dos setores a diversidade de comportamento é, em geral, muito grande.

Narin et al (1997), a partir da análise de patentes norte-americanas, identificam o conhecimento científico já referendado pelos seus pares, relativamente recente, divulgado em publicações acadêmicas de renome, desenvolvido em laboratórios ou universidades consagradas e originado em pesquisa básica financiada por recursos públicos ou de sociedades beneficentes como aquele que mais contribui para a inovação tecnológica e, conseqüentemente, para o desenvolvimento econômico.

Baseados em *survey* com pesquisadores acadêmicos ingleses, nas áreas de engenharia e física, D'Este e Patel (2007), demonstram que o volume de recursos per capita mantido pelo departamento de pesquisa influencia a frequência e a variedade das interações. Departamentos com maior volume de recursos interagem mais, com maior frequência e diversidade de vínculos.

Adicionalmente, identificam que as características pessoais dos pesquisadores (experiência com interações anteriores, status acadêmico e idade) têm poder explicativo, sobre a quantidade e a amplitude das interações, mais forte que as

características institucionais de seus departamentos ou universidades e concluem que pesquisadores mais novos, com atividades docentes e experiências pretéritas de interação, interagem mais e com maior diversidade de padrões interativos.

Por sua vez, Cohen; Nelson; Walsh (2002) ao direcionar a análise para a questão do tamanho da firma, constatam que empresas maiores interagem mais e seus executivos atribuem maior valor à produção científica como fonte de informação para o avanço tecnológico da firma.

Quanto à questão dos canais de transferência do conhecimento, as pesquisas conduzidas por Meyer-Krahmer e Schmoch (1998), Cohen; Nelson; Walsh (2002) e D'Este e Patel (2007), indicam que contatos informais com universidades, publicações especializadas, conferências e consultorias representam, na avaliação das próprias empresas, os canais mais relevantes para obtenção de informações científicas.

No tocante aos países subdesenvolvidos, em particular aos países da América Latina, Rodrigo Arocena e Judith Sutz diagnosticam não terem existido, ao longo de suas histórias pregressas, políticas de promoção de NSI's. Desta forma, os agentes inovadores “permaneceram isolados e encapsulados, enfraquecendo, notavelmente, sua potencial contribuição para a competitividade das economias nacionais”. Somado a isto, as firmas atribuem pouco valor às universidades ou institutos de pesquisa como fonte de informação- e consideram a aquisição de bens de capital um instrumento poderoso de inovação. Em resumo, o comportamento característico das indústrias latino-americanas é de baixos investimentos em P&D e pouco envolvimento com atividades inovativas, o que explica a falta de interesse por desenvolver relacionamentos com os institutos de pesquisa e universidades (Arocena e Sutz, 2002, p. 6-9).

As proposições coincidem com o perfil do NSI brasileiro traçado por Gonçalves; Lemos; De Negri (2006, p. 4): i) pequeno envolvimento das firmas industriais com inovação; ii) reduzido esforço inovador interno das firmas, representado pela pequena participação dos gastos de P&D no total de gastos com inovação da indústria vis-à-vis a participação dos gastos com máquinas e equipamentos; iii) descontinuidade das atividades

inovadoras, medida pelo peso do P&D realizado de forma ocasional; iv) processo inovador incremental, traço distintivo dos países de industrialização tardia, evidenciado pela absorção de técnicas desenvolvidas em países líderes tecnológicos, através da compra de máquinas e equipamentos ou de outros conhecimentos externos através de patentes, licenças e *know-how*; v) baixo grau de inter-relações entre agentes constituintes do sistema nacional de inovação.

Analisando o comportamento do setor farmacêutico brasileiro, Urias (2009) chega a resultados idênticos ao verificar que o setor adotou no país um comportamento de “mera indústria de transformação concentrada nas etapas de menor conteúdo científico e tecnológico” e, conseqüente desinteresse pelos esforços interativos.

Zucoloto e Toneto Júnior (2005) analisaram o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira e concluíram que, comparado com um grupo de países da OCDE, os esforços nacionais são baixos. Adicionalmente, apresentam correlação positiva com o desempenho exportador e correlação negativa com o controle estrangeiro das empresas.

Segundo Kannebley; Porto; Pazzelo (2003), entre as empresas inovadoras brasileiras predominam as empresas de grande porte, origem estrangeira do capital, orientação exportadora, controle societário de grupos empresariais, intensivas em capital, elevada oportunidade tecnológica e com atuação no setor de bens de capital. Dentre estas características, aquela que apresenta maior poder explicativo para a inovação é a orientação exportadora.

A forte correlação positiva entre performance exportadora e grau de inovatividade da indústria foi também verificada por Som; Dreher; Maloca (2010) em análise de *cluster* sobre a indústria manufatureira alemã no ano de 2009. O estudo tem como característica diferenciadora o fato de analisar o desempenho inovativo, exclusivamente, de empresas (com mais de 20 funcionários) que não realizaram gastos em atividades de P&D (intra ou extramuros) no período, mas promoveram inovações de produto, processo e/ou organizacionais. Os resultados surpreendem, pelo elevado número de empresas que na Alemanha (país desenvolvido) não investiram em P&D,

são 58,1% entre as de baixa intensidade tecnológica e entre as de média ou alta intensidade 27,0% e 16,8% respectivamente. Sob a perspectiva do tamanho das firmas, 62% têm entre 20 e 49 funcionários, 43,4% têm entre 50 e 249 e 16,5% têm 250 ou mais. Em termos setoriais, aquele que apresentou o pior desempenho foi o setor de Alimentos, Bebidas e Tabaco (72,4%), o melhor desempenho foi do setor de Instrumentos Médicos, Ópticos e de Precisão (17,0%) e no setor de Metalurgia Básica, juntamente com o de Produtos de Metal, o número de empresas que não investiram em P&D foi de 60,7%. Os resultados do estudo revelam a existência de múltiplas fontes de inovação e formas de inovar que prescindem da realização interna ou contratação de P&D pela firma, mas não da existência de P&D em institutos públicos, universidades, concorrentes, fornecedores ou clientes o que torna as relações cooperativas importantes para um grande número das empresas que não fazem ou contratam P&D.

Analisando o comportamento da indústria uruguaia, Sutz (1998) identificou a existência de convergência entre inovações bem sucedidas, desempenho exportador e integração harmoniosa com a indústria nacional na área de informática e controle de roteamento de veículos.

Ruiz e Bhawan (2010), a partir dos dados da PINTEC 2003, compararam o desempenho de empresas nacionais e multinacionais no tocante ao ritmo da mudança, trajetória tecnológica e padrão de aprendizado para concluir que as diferenças setoriais são, no geral, muito mais marcantes que a origem do capital.

Suzigan e Albuquerque (2008, p. 6), classificam como intermediário o estágio evolutivo do sistema nacional de inovação, em virtude do pequeno número, dispersão e fragilidade das interações estabelecidas entre as indústrias, universidades e institutos de pesquisas brasileiros e apontam para “a existência de um ‘padrão dos relacionamentos entre universidades e empresas’ caracterizado pela existência de ‘pontos de interação’ entre a dimensão científica e a tecnológica”. Por ‘pontos de interação’ entende-se a concentração de relacionamentos em determinadas áreas do conhecimento e setores econômicos.

Compatível com o conceito de pontos de interação são os resultados da pesquisa desenvolvida por Figueiredo e Vedovello (2005), com amostra de 46 empresas dos setores de eletroeletrônica, motocicletas e bicicletas e 29 organizações de pesquisa-orientada, localizadas no polo industrial de Manaus, que acusam a existência de fortes ligações entre os componentes do SI. Em sua maioria os acordos cooperativos identificados são informais e envolvem, prioritariamente, recursos humanos das diferentes organizações.

Fragilidade das interações entre universidades e empresas, bem como dos relacionamentos cooperativos entre as firmas e ausência de relações retroalimentadas entre membros de cadeias tecnológicas complementares caracterizam o sistema de inovação do setor de tecnologia da informação em Bangalore na Índia (D'Costa, 2006).

Malerba e Nelson (2010) examinaram seis SSI's (telecomunicação, farmacêutico, softwares, semicondutores, automobilístico e agroalimentar) de vários países emergentes (China, Índia, Brasil, Coreia e Taiwan entre outros) com o objetivo de avaliar a capacidade destes SSI's de diminuir o hiato tecnológico em relação à indústria dos países líderes. Suas conclusões indicam que, em primeiro lugar, os setores são diferentes tanto em estrutura de mercado e comportamento inovativo quanto nas políticas públicas e infraestrutura tecnológica necessária para desenvolvê-los³⁵. Em segundo lugar, a capacidade de aprendizado das empresas é característica fundamental para a absorção do conhecimento gerado nos SSI's dos países líderes. Por fim, "nos setores intensivos em escala, nos quais o avanço tecnológico é cumulativo e os gastos em P&D são importantes para a produção, inovação e crescimento, as grandes empresas têm sido os principais impulsionadores do processo de eliminação do hiato tecnológico" (Malerba e Nelson, 2010, p.20).

³⁵ "Economic sectors are different. They differ both in how they develop, and in the kinds of conditions and policies that are needed to support catching up. In some firms need to be big in order to be competitive; in other sectors firm size is not of major importance. In some sectors catching up requires a university system that is relatively strong both in performing its advanced training functions, and in research; in other sectors universities play little role in catch-up. Intellectual property is important in some sectors both as a barrier and a vehicle for accessing foreign technologies; in other sectors intellectual property hardly matters." (Malerba e Nelson, 2010, p.26-27).

Os estudos aqui apresentados revelam que a conformação dos diferentes SI's é dinâmica, maleável e mutável, uma vez que os mesmos se ajustam às características locais, tecnológicas, econômicas, comerciais, educacionais, institucionais e organizacionais dentre muitas outras. De permanente tem-se apenas a existência de organizações instituições e buscas.

Portanto, é impossível estabelecer uma análise definitiva e única de SI e, conseqüentemente, os estudos sobre os mesmos são inesgotáveis, pois há sempre peculiaridades a serem reveladas, particularmente nos países em desenvolvimento em virtude das restrições científicas, tecnológicas, econômicas, estruturais e institucionais que lhes são características.

Neste sentido e apesar das muitas pesquisas já realizadas, algumas aqui apresentadas³⁶, é relevante investigar o comportamento inovativo da indústria brasileira, suas particularidades de busca, idiosincrasias nacionais e regularidades setoriais.

Tendo em vista o exposto, o próximo capítulo tem por objetivo, a partir da utilização da base de dados da PINTEC 2008, identificar os padrões setoriais de inovação da indústria de transformação brasileira.

Os setores foram definidos pela comunhão dos bens produzidos. Por esta razão, foi utilizada a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 para delimitar as fronteiras setoriais.

Os recursos da EENS foram adotados como referencial teórico-metodológico. Assim, os padrões setoriais de inovação ou ainda, os padrões setoriais de busca serão identificados a partir da conduta das empresas com relação às fontes de informação e formas de conhecimento, fontes de inovação, relações cooperativas, esforços inovativos, desempenho inovador e trajetória tecnológica. Adicionalmente e

³⁶ O quadro anexo 1 resume as avaliações empíricas que mais contribuíram para a elaboração do presente trabalho.

considerando que a estrutura setorial (Schumpeter, 1943) e o desempenho competitivo externo (Freeman, 1982) são relevantes para modelar o padrão de busca, também são consideradas a estrutura econômica e a orientação exportadora dos diferentes setores.

A elaboração da análise dar-se-á pelo agrupamento dos setores, dadas as regularidades verificadas no comportamento inovativo (Pavitt, 1984), através da metodologia estatística de clusters.

2 PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA

Os padrões setoriais de inovação são determinados pelas idiosincrasias tecnológicas e econômicas que permeiam os diferentes setores da economia e ocasionam estratégias competitivas distintas. Entre estas idiosincrasias se encontram as condutas inovativas. Somado a isso, os padrões setoriais são também influenciados pelas características do SNI no qual estão situados. Portanto, é razoável pressupor que os padrões setoriais de inovação da indústria brasileira sejam diferentes daqueles encontrados em outros países.

Por outro lado, os SI's são, por decorrência de sua natureza sistêmica, dinâmicos e maleáveis, ou seja, estão em contínua mutação, dada a capacidade que os mesmos têm de se ajustarem às mudanças tecnológicas, econômicas, comerciais, educacionais, institucionais e organizacionais dentre muitas outras.

Logo, em que pesem os inúmeros estudos sobre padrões setoriais de inovação no Brasil e em outros países, alguns deles comentados no capítulo anterior, a relevância de estudá-los permanece, dada a necessidade de, reveladas suas características presentes, possibilitar uma maior compreensão acerca do funcionamento dos diferentes SSI's.

Dito isto, a presente identificação dos padrões setoriais de inovação da indústria de transformação nacional foi elaborada a partir dos condicionantes teóricos anteriormente

apresentados e de dados³⁷ selecionados da Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC para o período 2006–2008.

A PINTEC é realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE desde 2000 com a intenção de captar o comportamento inovativo das empresas nacionais da indústria extrativa e de transformação e serviços selecionados. Os dados resultantes da sondagem são apresentados em dois recortes distintos. No primeiro, as empresas respondentes são agregadas segundo o seu porte (número de ocupações). No segundo, um recorte setorial, as empresas são agrupadas segundo o código da Classificação Nacional das Atividades Econômicas - CNAE a 2 ou 3 dígitos. Em sua versão de 2008 a PINTEC abarcou um universo de 106.862 empresas com 10 ou mais pessoas ocupadas, sendo 98.420 da indústria de transformação.

Na presente análise foram selecionados, exclusivamente, os dados da indústria de transformação através do recorte setorial da PINTEC a 2 dígitos da CNAE.

Os padrões de comportamento inovativo setorial foram construídos a partir da escolha de 48 variáveis qualitativas e quantitativas da PINTEC agrupadas em 6 blocos distintos, quais sejam, desempenho inovador, esforço inovativo, fontes de conhecimento, fontes de inovação, vínculos cooperativos e trajetória tecnológica.

Adicionalmente, características econômicas dos diferentes setores da indústria deram origem a um sexto bloco composto por 4 variáveis que delineiam a estrutura e o desempenho setorial. Neste bloco, as fontes dos dados utilizados foram a Pesquisa Industrial Anual Empresa – PIA de 2008, também produzida pelo IBGE, e a Secretaria de Comércio Exterior – SECEX.

A escolha das variáveis, bem como a definição dos agrupamentos foi inspirada no referencial teórico da EENS, particularmente, na taxonomia proposta por Pavitt (1984) ajustada à disponibilidade dos dados na PINTEC e na PIA.

³⁷ Vale ressaltar que foram utilizados os dados publicados pelo IBGE e não os microdados da PINTEC.

Guardadas estas premissas, definir os padrões setoriais de inovação consiste em identificar condutas que assemelham empresas de um mesmo setor e, simultaneamente, que distingam um setor dos outros, ou seja, definir as características de funcionamento dos sistemas setoriais de inovação. E a razão para fazê-lo está não só na melhor apreensão do SSI, mas também no aprofundamento acerca das virtudes e fragilidades do SNI.

2.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Partindo da metodologia de Pavitt (1984), cuja base de dados envolveu exclusivamente as empresas mais inovadoras do Reino Unido, de Mansfield e Lee (1996), da *Yale Survey on Industrial on Industrial Research and Development de 1984*³⁸ e da *Carnegie Mellon Survey on the Nature and Determinants of Industrial Research and Development de 1994*³⁹ cujos entrevistados foram os dirigentes de áreas de P&D (portanto, com atuação inovativa) de indústrias dos Estados Unidos, foram selecionados os dados, exclusivamente, das empresas inovadoras, segundo a nomenclatura da PINTEC, ou seja, aquelas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado, mesmo que novo ou substancialmente aprimorado exclusivamente para a própria empresa.

³⁸ Os resultados das entrevistas realizadas pela *Yale Survey on Industrial Research and Development* são aqui apresentados por Klevorick et al (1995), Mansfield (1985) e Levin et al (1987).

³⁹ Os resultados das entrevistas realizadas pela *Carnegie Mellon Survey on the Nature and Determinants of Industrial Research and Development* são aqui abordados por Cohen e Walsh (2000), Cohen; Florida; Goe (1994), Cohen; Nelson; Walsh (2000), Florida e Cohen (1999) e Cohen; Nelson; Walsh (2002).

Ao considerar apenas as empresas inovadoras buscou-se manter o foco da análise restrito ao padrão de comportamento das empresas que inovam, evitando, portanto, incorrer na comparação destas com o conjunto da indústria de transformação.

O perfil inovativo das empresas inovadoras nacionais foi elaborado através de 53 indicadores calculados a partir da seleção de 48 variáveis da base de dados da PINTEC 2008, 4 da PIA 2008 e 1 da SECEX. Definidas as variáveis, as mesmas foram agrupadas em 7 categorias distintas, quais sejam: 'Estrutura e desempenho econômico', 'Resultados do esforço inovativo', 'Esforço inovativo', 'Fontes de inovação', 'Fontes de informação', 'Interatividade' e 'Trajetória tecnológica'. Sendo que, o primeiro grupo de indicadores busca definir o perfil econômico e os 6 grupos restantes esquadrihar a conduta inovativa setorial.

A escolha das variáveis da PINTEC, bem como a definição dos indicadores e seus respectivos agrupamentos foi inspirada, fundamentalmente, nas metodologias de análise setorial de Pavitt (1984); Dosi; Pavitt; Soete (1990); Malerba (1992), Klevorick et al (1995), Cohen; Nelson; Walsh (2002) e de construção de indicadores de Gonçalves; Lemos; De Negri (2007).

A elevada quantidade de indicadores e variáveis selecionadas decorre da percepção de não linearidade do comportamento dos diferentes setores da indústria de transformação. O que é comprovado pela composição dos diferentes agrupamentos. Em outras palavras, a restrição do número de variáveis empobrece a análise na medida em que mascara a diversidade intersetorial.

O quadro 2.3 reúne os indicadores das características econômicas que foram utilizados com o objetivo de avaliar a influência dessas características no comportamento inovativo da indústria.

Os dois primeiros indicadores (concentração e tamanho médio) dizem respeito à estrutura industrial e são decorrentes da ênfase dada por Schumpeter (1943) ao tamanho das firmas na definição de seu comportamento tecnológico. Adicionalmente, remetem aos testes empíricos de Pavitt (1984), Cohen; Florida; Goe (1994) e Archibugi;

Cesaratto; Sirilli (1991) entre outros. A hipótese que orientou a introdução destes indicadores na análise é a de que o tamanho das empresas é relevante na determinação da capacidade que as mesmas têm de assumir os riscos impostos pela atuação inovativa.

O índice de concentração, CR12, é calculado pelo IBGE e mede, através do número de empregos gerados, a participação das 12 maiores empresas do setor no mercado. O tamanho médio é o quociente entre o número de empregos e o número de empresas do setor.

Vale destacar que o tamanho médio das empresas é um indicador problemático na medida em que, naqueles setores em que é grande o número de empresas, mas é pequeno o número de empresas representativas na geração do produto setorial, ou seja, setores nos quais é grande a concentração, o tamanho médio não refletirá a realidade estrutural do setor. Caso dos setores de 'Metalurgia básica', 'Veículos' e 'Máquinas e materiais elétricos'.

Os dois indicadores seguintes tratam do desempenho exportador e da produtividade da mão-de-obra. A contribuição das exportações na geração da receita setorial visa avaliar se a exposição à concorrência internacional é variável relevante na determinação das condutas inovativas adotadas pelos diferentes setores. A razão para fazê-lo está na premissa adotada pela EENS de que o desempenho exportador decorre da performance inovativa (Freeman, 1982). Neste sentido, os setores mais propensos à exportação seriam também setores mais competitivos e inovadores.

A competitividade, por sua vez, está relacionada com a eficiência econômica. Logo, setores mais competitivos são também setores mais eficientes. Assim, com o objetivo de captar a influência da eficiência econômica na determinação do comportamento inovativo, foi elaborado o indicador de produtividade da mão-de-obra.

Em suma, os indicadores de 'Estrutura e desempenho', têm por premissa que a realidade concorrencial molda a estratégia competitiva das empresas e, por

decorrência, a rotina e o padrão de busca destas. E, ao mesmo tempo, que a inovatividade é variável determinante da competitividade empresarial.

Quadro 2.3. Indicadores de estrutura e desempenho.

Indicador		Descrição	Sigla	Fonte
1	Concentração	Pessoal ocupado nas 12 maiores empresas dividido pelo total de empregos do setor	CR12	PIA
2	Tamanho médio	Total de empregos dividido pelo número de estabelecimentos do setor	TAMANHO	
3	Intensidade das exportações	Total de exportações do setor dividido pela receita líquida	EXPORT	SECEX; PIA
4	Produtividade da mão-de-obra	Total da receita líquida dividido pelo número de trabalhadores	PRODUTIV	PIA

Fontes: IBGE, PIA 2008 e SECEX/MDIC/ALICE/SISCOMEX (elaboração própria).

Os indicadores apresentados no quadro 2.4 são dedicados à captação do perfil das inovações introduzidas pelas empresas. Quanto ao tipo, as inovações podem ser de produto ou processo. Quanto ao grau de inovatividade elas podem ser efetivas⁴⁰ no sentido de que representam inovações para o mercado ou inovações radicais, pois representam uma novidade para o mercado mundial.

As inovações para o mercado mundial revelam que os resultados das inovações introduzidas têm impactos não apenas locais e podem provocar mudanças substantivas no comportamento do mercado. Por isto, são classificadas como inovações radicais.

⁴⁰ Busca-se, através do indicador de efetividade das inovações, retomar a concepção de que a inovação tecnológica é, por definição, a introdução de um produto ou processo novo para o mercado. Logo, as inserções de produtos ou processos novos apenas para a empresa não consistem em inovações efetivas.

Quadro 2.4. Indicadores de resultados do esforço inovativo.

Indicador		Descrição	Sigla	Fonte
5	Taxa efetiva de inovação	Empresas que fizeram inovações de produto e/ou processo para o mercado dividido pelo número de empresas inovadoras	EFINOV	PINTEC
6	Taxa efetiva de inovação em produto	Empresas que fizeram inovações de produto para o mercado dividido pelo número de empresas inovadoras	EFNOPROD	
7	Taxa efetiva de inovação em processo	Empresas que fizeram inovações de processo para o mercado dividido pelo número de empresas inovadoras	EFNOPROC	
8	Taxa de inovação em produto para o mercado mundial (radical)	Empresas que introduziram produtos novos para o mercado mundial dividido pelo número de empresas inovadoras	INORPROD	
9	Taxa de inovação em processo para o mercado mundial (radical)	Empresas que introduziram processos novos para o mercado mundial dividido pelo número de empresas inovadoras	INORPROC	

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

Os indicadores do quadro 2.5 estão voltados à apreensão dos esforços inovativos empreendidos pela indústria nacional. Para tanto é identificada a existência de gastos em atividades inovativas, de atividades internas de P&D e relações de cooperação com outras organizações. Adicionalmente, identifica-se também o volume de recursos gastos nas atividades inovativas e a contribuição dos recursos públicos para a ocorrência destes gastos.

Em seu conjunto, medem a intensidade dos esforços tecnológicos setoriais, bem como a capacidade que os diferentes setores têm de extrair benefícios financeiros dos esforços públicos.

Quadro 2.5. Indicadores de esforço inovativo.

Indicador		Descrição	Sigla	Fonte
10	Proporção de empresas com gastos em atividades inovativas	Empresas que realizaram gastos em atividades inovativas dividido pelo número de empresas inovadoras	GASINOV	PINTEC
11	Proporção de empresas com atividades internas e contínuas de P&D	Empresas com atividades internas e contínuas de P&D dividido pelo número de empresas inovadoras	PDINCONT	
12	Grau de interatividade	Empresas que mantiveram relações de cooperação com outras organizações dividido pelo número de empresas inovadoras	RECOP	
13	Grau do esforço inovador	Gastos em atividades inovativas dividido pela Receita líquida de vendas	ESFINOV	
14	Proporção de empresas que utilizaram recursos públicos para financiar as atividades inovativas	Empresas que utilizaram recursos públicos nas atividades inovativas dividido pelo número de empresas inovadoras	FININOV	

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

O quadro 2.6 apresenta os indicadores das fontes de informação que as empresas utilizam e consideram relevantes⁴¹ para suas inovações. As mesmas podem ser agrupadas em 3 categorias distintas. Quanto à procedência, as fontes podem ser internas (P&D e outras áreas) ou externas (as demais).

Quanto à tipologia do conhecimento absorvido, o mesmo pode ser considerado tácito (clientes, fornecedores, consumidores, feiras e concorrentes) ou codificado (fontes formais como centros de capacitação profissional e assistência técnica, instituições de testes/ensaios e similares) (Campos e Ruiz, 2009, p.175).

Adicionalmente, segundo Malerba (1992), as fontes de informação, juntamente com as de inovação (quadro 7) e cooperação (quadro 8), indicam o padrão setorial de aprendizado, ou seja, as diferentes formas de absorção do conhecimento. Neste

⁴¹ Foram consideradas relevantes as fontes classificadas pelas empresas como de alta ou média importância para o processo inovativo (Cohen; Nelson; Walsh, 2002).

sentido, as empresas podem aprender buscando (P&D interna)⁴², fazendo (outras áreas internas), usando (software e máquinas e equipamentos) e interagindo (fornecedores, clientes/consumidores, concorrentes, feiras e exposições, empresas de consultorias, centros de capacitação, institutos de pesquisa e universidades).

⁴²Os tipos de aprendizado propostos por Malerba (1992) resultam numa taxonomia de 6 padrões distintos, quais sejam: (a) Learning by doing, internal to the firm and related to production activity; (b) Learning by using, internal to the firm and related to the use of products, machinery and inputs; (c) Learning from advances in science and technology, external to the firm and related to the absorption of new developments in science and technology; (d) Learning from inter-industry spillovers, external to the firm and related to what competitors and other firms in the industry are doing; (e) Learning by interacting, external to the firm and related either to the interaction with upstream or downstream sources of knowledge such as suppliers or users or to the cooperation with other firms in the industry; (f) Learning by searching, internal to the firm and related (mainly) to formalized activities (such as R-D) aimed at generating new knowledge (Malerba, 1992, p.848).

Quadro 2.6. Indicadores de fontes de informações

Indicador		Descrição	Sigla	Fonte
15	P&D interna	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância à P&D interna dividido pelo número de empresas inovadoras	FIPED	PINTEC
16	Outras áreas da empresa	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância a outras áreas da empresa dividido pelo número de empresas inovadoras	FIOAE	
17	Centros de capacitação profissional e assistência técnica	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância aos centros de capacitação profissional e assistência técnica dividido pelo número de empresas inovadoras	FICCPAT	
18	Consultorias e consultores independentes	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância às empresas de consultorias e consultores independentes dividido pelo número de empresas inovadoras	FIECCI	
19	Conferências, encontros e publicações	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância às conferências, encontros e publicações especializadas dividido pelo número de empresas inovadoras	FICEPE	
20	Concorrentes	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância aos concorrentes dividido pelo número de empresas inovadoras	FICONC	
21	Feiras e exposições	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância às feiras e exposições dividido pelo número de empresas inovadoras	FIFE	
22	Fornecedores	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância aos fornecedores dividido pelo número de empresas inovadoras	FIFOR	
23	Clientes	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância aos clientes ou consumidores dividido pelo número de empresas inovadoras	FICLI	
24	Redes de informação informatizadas	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância às redes de informação informatizadas dividido pelo número de empresas inovadoras	FIRII	
25	Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância aos institutos de pesquisa e centros tecnológicos dividido pelo número de empresas inovadoras	FIIPCP	
26	Universidades	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância às universidades dividido pelo número de empresas inovadoras	FIU	
27	Instituições de testes, ensaios e certificações	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância às instituições de testes, ensaios e certificações dividido pelo número de empresas inovadoras	FIITEC	

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

No quadro 2.7 são apresentados os indicadores das fontes de inovação, entendidas aqui como os gastos empenhados nas atividades inovativas e envolvem tanto os

recursos gastos em atividades internas quanto a aquisição de bens e serviços externos que contribuem para a execução e implementação das inovações.

Tais indicadores, assim como os das fontes de informação, podem ser divididos em dois grupos, quais sejam, fontes internas (P&D, gastos com introdução de inovação no mercado, treinamento e projetos industriais) e fontes externas (aquisição de P&D externa, de outras fontes de conhecimento⁴³, de software fontes e de máquinas e equipamentos). A relação entre os gastos em fontes internas e externas representa o grau de autonomia tecnológica.

Quadro 2.7. Indicadores de fontes de inovação.

Indicador		Descrição	Sigla	Fonte
28	P&D interna	Gastos com P&D dividido pelo gasto total com atividades inovativas	GASPED	PINTEC
29	Marketing	Gastos com introdução de inovações tecnológicas no mercado dividido pelo gasto total em atividades inovativas	GASIITM	
30	Treinamento	Gastos com treinamento dividido pelo gasto total com atividades inovativas	GASTREI	
31	Projeto industrial e outras preparações técnicas	Gastos com projeto industrial e outras preparações técnicas dividido pelo gasto total com atividades inovativas	GASPIOP	
32	Software	Gastos com aquisição de software dividido pelo gasto total com atividades inovativas	GASSOFT	
33	P&D externa	Gastos com aquisição externa de P&D dividido pelo gasto total com atividades inovativas	GASPEDEX	
34	Máquinas e equipamentos	Gastos com aquisição de máquinas e equipamentos dividido pelo gasto total com atividades inovativas	GASMAQ	
35	Outros conhecimentos externos	Gastos com aquisição de outros conhecimentos externos dividido pelo gasto total com atividades inovativas	GASAQOC	
36	Autonomia tecnológica	Gastos em atividades internas (GASPED, GASIITM, GASTREI E GASPIOP) dividido pelo gasto com aquisições externas (GASSOFT, GASPEDEX, GASMAQ e GASAQOC)		

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

⁴³ A categoria de 'Outros conhecimentos externos engloba "os acordos de transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de know-how e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, para que a empresa desenvolva ou implemente inovações" conforme notas técnicas da PINTEC 2008.

No quadro 2.8 estão expostos os indicadores que buscam apreender o padrão interativo setorial. A partir da informação do estabelecimento e relevância de relações cooperativas para as inovações implementadas pelas empresas é possível identificar em que medida e quais interações contribuem para os resultados inovativos. Adicionalmente, as relações cooperativas compõem o padrão de aprendizado dos diferentes setores, nos termos propostos por Malerba (1992), e denotam a existência de sistemas setoriais de inovação (Klevorick et al, 1995, Malerba, 2002; Pavitt, 2002 e Iliev, 2005).

Quadro 2.8. Indicadores interatividade.

Indicador		Descrição	Sigla	Fonte
37	Clientes ou consumidores	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância à relação de cooperação com clientes ou consumidores dividido pelo número de empresas inovadoras	RELCCLI	PINTEC
38	Fornecedores	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância à relação de cooperação com fornecedores dividido pelo número de empresas inovadoras	RELFORN	
39	Concorrentes	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância à relação de cooperação com concorrentes dividido pelo número de empresas inovadoras	RELCONC	
40	Universidades e institutos de pesquisa	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância à relação de cooperação com universidades e institutos de pesquisa dividido pelo número de empresas inovadoras	RELUIP	
41	Centros de capacitação profissional e assistência técnica	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância à relação de cooperação com centros de capacitação profissional dividido pelo Número de empresas inovadoras	RELCCPAT	
42	Instituições de testes, ensaios e certificações	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância à relação de cooperação com instituições de testes e ensaios dividido pelo número de empresas inovadoras	RELITEC	
43	Consultoria e consultores independentes	Número de empresas que atribuiu alta ou média relevância à relação de cooperação com empresas de consultoria ou consultores independentes dividido pelo número de empresas inovadoras	RELECCI	

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

Os indicadores apresentados no quadro 2.9 revelam os impactos produzidos pelas inovações implementadas pelas empresas e visam identificar o foco da trajetória tecnológica setorial, ou seja, a motivação para a inovação.

Em linhas gerais, o foco pode estar associado “ao produto (melhorar a qualidade ou ampliar a gama de produtos ofertados), ao mercado (manter ou ampliar a participação da empresa no mercado, abrir novos mercados), ao processo (aumentar a flexibilidade ou a capacidade produtiva, reduzir custos), aos aspectos relacionados ao meio ambiente, à saúde e segurança, e ao enquadramento em regulamentações e normas” (IBGE, 2010) e revelam a motivação para assumir os riscos da inovação.

Quadro 2.9. Trajetória tecnológica

Indicador		Descrição	Sigla	Fonte
44	Melhoria da qualidade dos produtos	Empresas que apontaram a melhoria da qualidade dos produtos como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJMQP	PINTEC
45	Ampliação da gama de produtos ofertados	Empresas que apontaram a ampliação da gama de produtos ofertados como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJAGPO	
46	Manutenção da participação da empresa no mercado	Empresas que apontaram a ampliação da participação da empresa no mercado como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJMPEM	
47	Ampliação da participação da empresa no mercado	Empresas que apontaram a ampliação da participação da empresa no mercado como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJAPEM	
48	Abertura de novos mercados	Empresas que apontaram a abertura de novos mercados como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJANM	
49	Aumento da capacidade produtiva	Empresas que apontaram o aumento da capacidade produtiva como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJACP	
50	Aumento da flexibilidade da produção	Empresas que apontaram o aumento da flexibilidade da produção como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJAFLEX	
51	Redução dos custos de produção	Empresas que apontaram a redução dos custos de produção como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJCUST	
52	Redução do impacto ambiental e/ou em aspectos ligados à saúde e segurança	Empresas que apontaram a redução do impacto ambiental e/ou em aspectos ligados à saúde e segurança como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJRIAA	
53	Enquadramento em regulações e normas padrão	Empresas que apontaram o enquadramento em regulações e normas padrão como razão para inovação dividido pelo número de empresas inovadoras	TRAJENQ	

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

A amplitude do conjunto de variáveis a serem analisadas e o objetivo de agrupar os setores segundo a tipologia do comportamento inovativo determinou a utilização das técnicas estatísticas de cluster (aglomeração) para o tratamento e análise dos dados.

2.1.1 ANÁLISE DE CLUSTER

A análise de cluster (Bussab et al, 1990) envolve o conjunto de técnicas estatísticas que tem por objetivo “encontrar e separar objetos em grupos similares”. Dada uma amostra de n objetos (setores da indústria de transformação no presente estudo) cada um deles caracterizado por v variáveis (condutas inovativas), o problema da análise de cluster é encontrar um esquema de classificação que agrupe os objetos (setores) em g grupos.

Portanto, no presente caso, a análise de cluster visa o agrupamento dos diferentes setores da indústria de transformação a partir, numa primeira etapa, das suas características econômicas e, nas etapas seguintes, das condutas inovativas compartilhadas entre eles.

Considerando que o objetivo da análise de cluster é distribuir elementos, ou casos, em grupos homogêneos e distintos entre si (*clusters*), o primeiro problema da análise é definir alguma medida de similaridade, ou proximidade. Para atender a esta necessidade, a medida de similaridade mais usada para a formação de cluster é a distância Euclidiana ⁴⁴.

A distância euclidiana entre dois casos i e j caracterizados por k variáveis é:

$$D_{ij} = \sqrt{(X_{1i} - X_{1j})^2 + (X_{2i} - X_{2j})^2 + \dots + (X_{ki} - X_{kj})^2}$$

O método de K médias (K -means) distribui os casos em k clusters (k é pré-determinado) cujas características ainda não são conhecidas. O algoritmo deste método atribui um caso a um cluster minimizando a distância do caso à média do cluster. A média do

⁴⁴Para uma apresentação de outras medidas de similaridade ver Hair et al (1998).

cluster, ou centroide, é a média dos valores de cada variável considerada. Usando a notação acima, o centroide é formado por k coordenadas z :

$$z_1 = \frac{X_{1i} + X_{1j}}{2}; z_2 = \frac{X_{2i} + X_{2j}}{2}; \dots z_k = \frac{X_{ki} + X_{kj}}{2}$$

Este processo é iterativo, sendo que em cada iteração são calculadas as médias dos clusters. O algoritmo dá por encerrado o trabalho quando não há mais diferenças entre as médias de duas iterações. Isto implica que uma nova realocação de casos tornaria os clusters internamente menos homogêneos e externamente mais homogêneos.

A análise da variância (ANOVA) indica quais são as variáveis que melhor contribuem para a formação dos clusters.

A média dos clusters finais, ou centroides, são as médias de cada variável associada aos elementos que pertencem aos respectivos clusters. A distância Euclidiana entre os centroides indica a similitude entre os clusters. Quanto maior a Distância Euclidiana mais heterogêneos são os clusters.

Para tratamento e análise dos dados quantitativos, utilizou-se o pacote estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

2.2 DESEMPENHO INOVADOR DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO NACIONAL

A indústria de transformação nacional foi representada na PINTEC 2008 por 98.420 empresas, destas 37.808 foram consideradas inovadoras por terem implementado ao menos um produto ou processo novo ou substancialmente aprimorado ao longo do período 2006-2008⁴⁵.

A taxa de inovação, razão entre o número de empresas inovadoras e o total de empresas respondentes, é de 38,4%. Apesar de baixa, a taxa apresentou uma substancial melhora quando comparada com resultados anteriores da PINTEC. No período 1998 – 2000 a taxa de inovação da indústria de transformação nacional era de 31,5%, e nos períodos 2001 – 2003 e 2003 – 2005 era de 33,3 e 33,4% respectivamente.

Também é favorável ao desempenho da indústria nacional a comparação com países da União Europeia (Gráfico 2.1). Na média, os 27 países da UE apresentam taxa de inovação de 38,9%, com destaque para a Alemanha, Bélgica, Finlândia e Áustria países em que mais de 50% do universo das empresas são consideradas inovadoras. Por sua vez, economias mais maduras que a brasileira, caso do Reino Unido, Holanda, Noruega, Espanha e Itália, apresentam taxa de inovação inferior ao da indústria de transformação nacional.

⁴⁵ A tabela anexa 1 contém informações sobre a composição setorial da amostra e os principais resultados inovativos da indústria de transformação segundo a PINTEC 2008.

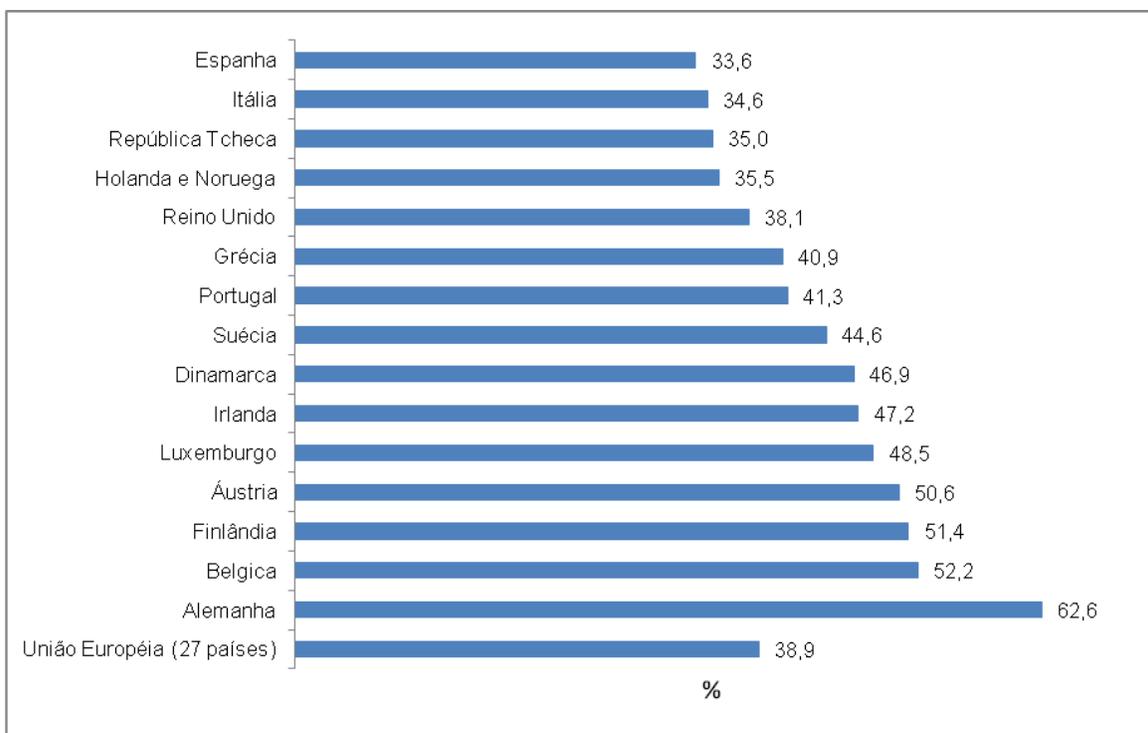


Gráfico 2.1. Taxa de Inovação de países selecionados da União Europeia, 2006.

Fonte: Eurostat – European Statistics Database (elaboração própria).

*Dados de inovações para o mercado não disponíveis.

A tabela 2.1 contém informações acerca do desempenho inovativo da indústria de transformação brasileira. Sob a perspectiva de inovação para o mercado, ou seja, da taxa efetiva de inovação, o desempenho médio da indústria cai para 6,5%, posicionando-se muito abaixo de todas as nações europeias e revelando que os resultados dos esforços inovativos além de incrementais são, tal como proposto por Feinson (2003) e Malerba e Nelson (2010) muito mais de difusão que de inovação propriamente dita.

Merece destaque o fato de que, quando observado o referencial do mercado, a taxa de inovação de produtos (4,5%) é significativamente superior ao das inovações de processo (2,3%) o que não ocorre quando o foco são as inovações para a empresa (20,2% e 32,3% respectivamente). O que permite intuir que a estratégia inovativa das empresas brasileiras efetivamente inovadoras concentra-se em produtos.

Tabela 2.1. Resultados do processo inovativo da indústria de transformação, 2008.

Tipo de inovação	Grau de inovatividade	Número de Firmas que inovaram ⁽¹⁾	Taxa de inovação	Taxa efetiva de inovação ⁽²⁾
Produto				
	Novo para a empresa	19.838	20,2	4,2
	Novo para o mercado nacional	4.101	4,2	
Processo				
	Novo para a empresa	31.793	32,3	2,3
	Novo para o mercado nacional	2.271	2,3	
Total de firmas que inovaram		37.808 ⁽³⁾	38,4	6,5
Total de firmas da amostra		98.420		

Nota 1: São consideradas inovadoras as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.

Nota 2: A taxa efetiva leva em consideração apenas as inovações para o mercado.

Nota 3: O total não é coincidente com a soma das partes porque uma mesma empresa pode ter realizado inovações de produto e processo no período em questão.

Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa 1.

Fonte: PINTEC 2008, (elaboração própria)

O baixo desempenho inovador da indústria nacional, extraído do seu comportamento médio, não é impedimento para que diferentes setores que a compõem apresentem resultados mais favoráveis. O que poderá ser verificado na análise setorial realizada a seguir.

2.3 TIPOLOGIA ECONÔMICA E CONDUTAS INOVATIVAS

Padrões setoriais de inovação resultam das diferenças intersetoriais de condutas inovativas que, por sua vez, decorrem das características tecnológicas e econômicas que distinguem os setores da economia. Dentre outras qualidades, tais características determinam que as inovações sejam concentradas em produto ou processo, que o

esforço interativo ocorra e com quais organizações, que o processo de absorção do conhecimento seja ativo ou passivo, quais são as fontes de informação e inovação relevantes e quais as motivações para a mudança tecnológica (Malerba, 1992 e Pavitt, 1984).

Guardados estes pressupostos, definir os padrões setoriais de inovação consiste em identificar condutas que assemelham empresas de um mesmo setor e, simultaneamente, que distingam um setor dos outros, ou seja, estabelecer as características de funcionamento e idiossincrasias dos sistemas setoriais de inovação.

Para tanto, empreendeu-se a análise de cluster das condutas a partir de 6 blocos de indicadores do comportamento inovativo. Adicionalmente, o comportamento inovativo foi comparado com os clusters estabelecidos pelos indicadores de estrutura e desempenho econômico para captar a influência destes na formatação dos padrões setoriais de inovação.

2.3.1 ESTRUTURA E DESEMPENHO ECONÔMICO

Segundo a EENS, a realidade concorrencial molda a estratégia competitiva e, por decorrência, as condutas inovativas das empresas (Nelson e Winter, 1982) . Tendo em vista esta premissa, a presente análise de cluster busca, a partir de um conjunto restrito de indicadores (concentração, tamanho médio, produtividade e propensão exportadora), configurar o padrão concorrencial dos diferentes setores da indústria de transformação nacional.

A tabela 2.2 mostra as estatísticas da análise de clusters de estrutura e desempenho. Nela é possível observar que os indicadores mais relevantes para a definição dos clusters foram a concentração e o tamanho médio. Conquanto todos tenham sido

representativos, dado que o menor R-quadrado é superior a 63,8% (propensão exportadora).

Com um R-quadrado geral de 74,9% é possível afirmar que a composição dos clusters de estrutura e desempenho é satisfatoriamente explicada pela variância dos indicadores selecionados.

Tabela 2.2. Análise de Variância (ANOVA): Estrutura e desempenho

Indicadores	Cluster		Error		F	Sig.	SQC	SQE	SQT	R2
	Mean square	df	Mean square	df						
CR12	5,9059	3	0,1824	18	32,39	0,0000	17,72	3,28	21	0,8437
TAMANHO	5,4876	3	0,2521	18	21,77	0,0000	16,46	4,54	21	0,7839
PRODUTIV	5,1168	3	0,3139	18	16,30	0,0000	15,35	5,65	21	0,7310
EXPORT	4,4722	3	0,4213	18	10,62	0,0003	13,42	7,58	21	0,6389
Geral							62,95	21,05	84	0,7494

Fontes: PIA 2008 e SECEX (elaboração própria).

A tabela 2.3 apresenta a análise de cluster elaborada a partir dos 4 indicadores de estrutura e desempenho, onde é possível observar que há diferenças marcantes entre os setores e entre os clusters. E, diferenças marcantes, ocasionam a concentração que caracteriza a composição dos clusters na tabela em questão, são 6 setores distribuídos em 2 clusters e os demais (16) nos outros 2 clusters.

Composto por 'Metalurgia básica', 'Outros equipamentos de transportes' e 'Produtos do fumo', o cluster A tem como traços distintivos a elevada concentração de mercado e a também elevada relevância das exportações na geração de receita, em ambos indicadores os resultados do cluster são muito superiores ao dos outros. Some-se a isto que a produtividade da mão-de-obra, bem como o tamanho médio das empresas é significativamente superior à média da indústria de transformação e o cluster pode ser caracterizado pelo alto desempenho em todos os indicadores apontados.

O cluster B é formado por 'Farmoquímicos e Farmacêuticos', 'Coque, derivados de petróleo e biocombustíveis' e 'Químicos', setores em que a concentração de mercado

também é elevada. No entanto, o destaque aqui é o fato das empresas serem muito grandes e exportarem pouco, características que distinguem este cluster dos demais.

O cluster C é composto por 'Produtos de metal', 'Confecção', 'Produtos de madeira', 'Móveis e indústrias diversas', 'Produtos de minerais não metálicos', 'Impressão', 'Artigos de borracha e plástico', 'Máquinas e equipamentos' 'Têxteis' e 'Manutenção'⁴⁶, à exceção do desempenho exportador que é superior ao do cluster B, em todos os outros indicadores o cluster C situa-se abaixo dos outros clusters. Outro destaque é a presença de 'Máquinas e equipamentos', setor de média alta densidade tecnológica, num cluster em que predominam setores de média baixa ou baixa densidade.

A atribuição de média propensão exportadora merece ressalvas, pois no cluster C estão presentes setores como 'Manutenção', 'Confecção' e 'Produtos de borracha e plásticos' cujas exportações são muito baixas (os 2 últimos) ou inexistentes (o primeiro). Portanto, a presença destes setores no cluster deve-se ao comportamento dos outros indicadores.

Finalmente, o cluster D apresenta desempenho mediano em todos os indicadores exceto a propensão exportadora que é alta. Compõem o cluster os setores de 'Celulose, papel e produtos de papel', 'Couros, artefatos de couro, artigos para viagem e calçados', 'Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos', 'Máquinas, aparelhos e materiais elétricos', 'Alimentos e bebidas' e 'Veículos automotores, reboques e carrocerias'.

⁴⁶ O setor de 'Manutenção' (divisão 33 da CNAE) compreende as atividades de manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos utilizados no processo de produção industrial, realizadas por unidades especializadas.

Tabela 2.3. Análise de Cluster I: Estrutura e desempenho

Cluster	Setor	Pessoal ocupado nas 12 maiores empresas		Tamanho médio		Produtividade da mão-de-obra		Participação das exportações na receita líquida	
		%	IT=1	número de ocupações	IT=1	R\$	IT=1	%	
A	Metalurgia básica	32,3	1,36	104,6	2,33	59.438	2,57	27,1	
	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	58,8	2,49	136,8	3,04	34.985	1,51	46,1	
	Fabricação de produtos do fumo	83,1	3,52	246,9	5,49	55.123	2,38	45,6	
	Média do cluster	58,1	2,46	162,8	3,62	49.849	2,15	39,6	
B	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	25,3	1,07	160,0	3,56	31.643	1,37	6,5	
	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	55,2	2,34	821,3	18,25	79.547	3,43	6,8	
	Fabricação de produtos químicos	15,2	0,64	57,3	1,27	64.717	2,79	9,8	
	Média do cluster	31,9	1,35	346,2	7,69	58.636	2,53	7,7	
C	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	5,2	0,22	27,9	0,62	13.028	0,56	6,3	
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	7,1	0,30	24,0	0,53	4.329	0,19	1,8	
	Fabricação de produtos de madeira	8,1	0,34	25,3	0,56	8.253	0,36	28,7	
	Fabricação de móveis e indústrias diversas	8,4	0,36	27,3	0,61	8.506	0,37	9,1	
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	8,6	0,36	29,3	0,65	12.939	0,56	7,7	
	Impressão e reprodução de gravações	9,3	0,39	17,8	0,40	10.464	0,45	2,1	
	Fabricação de artigos de borracha e plástico	9,8	0,41	40,9	0,91	15.998	0,69	8,9	
	Fabricação de máquinas e equipamentos	10,9	0,46	48,5	1,08	22.432	0,97	21,6	
	Fabricação de produtos têxteis	14,9	0,63	56,1	1,25	9.934	0,43	12,5	
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	18,9	0,80	31,7	0,71	8.900	0,38	0,0	
	Média do cluster	10,1	0,43	32,9	0,73	11.478	0,50	9,9	
	D	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	17,4	0,74	61,4	1,37	26.198	1,13	21,7
		Prep. de couros e fabricação de arts. de couro, artigos para viagem e calçados	23,9	1,01	50,0	1,11	6.275	0,27	30,1
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos		24,3	1,03	80,6	1,79	36.518	1,58	12,4	
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos		27,3	1,15	86,7	1,93	23.756	1,03	13,2	
Fabricação de alimentos e bebidas		27,5	1,16	64,8	1,44	21.465	0,93	19,3	
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias		28,8	1,22	135,5	3,01	42.598	1,84	15,0	
Média do cluster		24,9	1,05	79,8	1,77	26.135	1,13	18,6	
Indústria de transformação ⁽¹⁾		23,6	1,00	45,0	1,00	23.158	1,00	15,4	

Fontes: IBGE, PIA 2008 e SECEX/MDIC/ALICE/SISCOMEX (elaboração própria).

Legenda: IT: Indústria de transformação

Nota (1) Calculada a partir das médias setoriais.

Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa 8.

O quadro 2.10 sintetiza o perfil econômico dos 4 clusters de estrutura e desempenho e evidencia que as diferenças entre eles são muito marcantes. Diferenças estas que, como poderá ser constatado nas análises a seguir, acabam contribuindo para a definição dos perfis inovativos setoriais.

Quadro 2.10. Resumo da análise de cluster I: Estrutura e desempenho

Cluster	Concentração	Tamanho médio	Produtividade	Propensão exportadora
A	muito alta	grande	alta	muito alta
B	alta	muito grande	muito alta	baixa
C	baixa	pequeno	baixa	média
D	média	médio	média	alta

Fontes: PIA 2008 e SECEX (elaboração própria).

2.3.2 ESFORÇOS INOVATIVOS

Os indicadores de esforços inovativos medem o empenho para promover inovações de produto e/ou processo e, conseqüentemente, revelam a importância da inovação para os diferentes setores da indústria. Adicionalmente, revelam também a necessidade/habilidade de complementar os esforços intrasetoriais com recursos públicos e relações interativas com outras organizações.

Para identificar o esforço inovativo foram construídos os indicadores de: gastos em atividades inovativas, atividades internas e contínuas de P&D, grau do esforço inovador (receita líquida dividida pelos gastos inovativos), utilização de recursos públicos para financiar as atividades inovativas e empresas interativas.

A PINTEC classifica como gastos em atividades inovativas: a) Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento; b) Aquisição externa de Pesquisa e Desenvolvimento; c) Aquisição de outros conhecimentos externos; d) Aquisição de software; e) Aquisição de máquinas e equipamentos destinados à implementação de inovações;

f) Treinamento voltado para o desenvolvimento de inovações; g) Introdução das inovações tecnológicas no mercado e h) Projeto industrial e outras preparações técnicas para efetivar a implementação das inovações de produto e/ou processo.

A tabela 2.4 apresenta a análise de variância dos indicadores de esforços inovativos e revela que as variáveis mais representativas para a aglomeração dos setores são as 'atividades internas de P&D' e as 'relações cooperativas' cujos R-quadrado são superiores a 97% e 93% respectivamente.

Merece destaque o elevado grau de ajustamento dos indicadores, uma vez que no seu conjunto, eles explicam mais de 92% da variância entre os setores.

Tabela 2.4. Análise de Variância (ANOVA): Esforços inovativos

Indicadores	Cluster		Error		F	Sig.	SQC	SQE	SQT	R2
	Mean square	df	Mean square	df						
GASINOV	473,4797	3	59,5743	18	7,95	0,0014	1.420,44	178,72	1.599,16	0,8882
FININOV	185,5812	3	34,3831	18	5,40	0,0079	556,74	103,15	659,89	0,8437
PDINCONT	787,6182	3	24,2779	18	32,44	0,0000	2.362,85	72,83	2.435,69	0,9701
ESFINOV	2,0972	3	0,8080	18	2,60	0,0843	6,29	2,42	8,72	0,7219
RECOP	197,4257	3	14,0314	18	14,07	0,0001	592,28	42,09	634,37	0,9336
Geral							4.938,61	399,22	5.337,83	0,9252

Fonte: PINTEC 2008: (elaboração própria).

A análise de cluster apresentada na tabela 2.5 mostra que o esforço inovador do setor 'Farmoquímicos/Farmacêuticos' (cluster 4), é, sob todos os aspectos, impar. Seus indicadores são, significativamente, superiores aos dos outros, o que o isola dos demais setores da economia. Particularmente, no tocante ao indicador interatividade, 'Farmoquímicos/Farmacêuticos' apresenta um desempenho 3,5 vezes superior à média nacional e à maioria dos outros setores. A elevada interatividade, utilização de recursos de financiamento públicos e presença de P&D interna, bem como a quase totalidade de empresas com gastos inovativos posicionam o setor em um cluster isolado e são compatíveis com os resultados das pesquisas internacionais desenvolvidas por Klevorick et al (1995), Cockburn e Henderson (1997), Cockburn e Henderson (1998), Cohen; Nelson; Walsh (2002) e Fagerberg; Mowery; Verspagen (2008).

Segundo Cohen; Nelson; Walsh (2002, p.21), a indústria farmacêutica se destaca como uma anomalia em muitas dimensões. Não há outro setor onde a pesquisa pública, particularmente em ciência básica, é tão relevante. O conhecimento de consumidores e outras manufaturas são menos importantes para a P&D da indústria farmacêutica que das outras, sugerindo que o modelo linear pode caracterizar melhor o processo de inovação nesse setor que nos outros.

Um indicador que merece destaque isolado é o percentual da receita gasto com atividades inovativas pelo setor de 'Fabricação de outros equipamentos de transporte'. Com dispêndios de 5,1% o setor destaca-se com o maior volume de gastos de toda a indústria nacional, ao mesmo tempo em que apresenta a menor proporção de empresas com atividades inovativas. O que pode ser explicado pela presença dos fabricantes de aeronaves, grupo de alta intensidade tecnológica, num setor que, no geral, é composto por grupos de baixa ou média intensidade. Considerando que a fabricação de aeronaves possui características estruturais, competitivas e tecnológicas muito diferenciadas, sua agregação ao setor de 'Outros equipamentos de transporte' acaba por deturpar o comportamento dos indicadores do setor.

Outro destaque é a correlação positiva entre gastos em atividades inovativas, absorção de recursos públicos e relações cooperativas. No geral, os setores em que é maior a proporção de empresas com gastos inovativos é também maior a utilização de recursos públicos e a existência de relações interativas.

Por fim, é necessário salientar que a competência relacional da indústria nacional é muito baixa e mesmo entre as empresas inovadoras, grupo no qual é suposto que tal competência seja maior, as relações de cooperação estão presentes, em média, em apenas 12% das empresas.

O cluster 1 tem como traços distintivos a baixa proporção de empresas com gastos em atividades inovativas e a reduzida utilização de recursos públicos para financiamento destas atividades. Composto por: 'Couro e Calçados', 'Papel e celulose' e 'Outros equipamentos de transporte', o cluster apresenta grande homogeneidade entre seus componentes, com exceção do comportamento interativo de 'Couro e calçados' e o volume de receita despendido com as atividades

inovativas por 'Outros equipamentos de transporte', volume este que torna a média de gastos do cluster superior ao da média da indústria de transformação. Sob a perspectiva da estrutura e desempenho, o cluster 1 é composto por setores com elevada propensão exportadora.

O cluster 2 tem o maior número de componentes da análise de esforços inovativos e é composto por: 'Alimentos e bebidas', 'Têxteis', 'Confecção', 'Produtos de madeira', 'Impressão e reprodução', 'Borracha e plástico', 'Minerais não metálicos', 'Metalurgia básica', 'Produtos de metal', 'Máquinas e equipamentos', 'Veículos', 'Móveis e indústrias diversas' e 'Manutenção'. No geral, os indicadores de esforços inovativos do cluster estão próximos da média nacional e é média a intensidade tecnológica e a utilização de recursos públicos. Conquanto, a presença de atividades internas de P&D e o grau de interatividade sejam, para a maioria dos setores, muito inferiores à média.

Merece destaque a presença no cluster 2 de setores de média-alta intensidade tecnológica como 'Veículos' e 'Máquinas e equipamentos', assim como, o elevado volume de gastos (4,4% da receita) em atividades inovativas pelo setor de 'Impressão e reprodução' que é um setor de baixa intensidade tecnológica e, portanto, apresenta um comportamento atípico para os padrões internacionais. Como será visto em análise subsequente, o elevado volume de gastos inovativos pelo setor de 'Impressão' decorre da aquisição de softwares o que é possível intuir aqui através da comparação entre os elevados gastos e a extremamente reduzida atividade interna de P&D.

A presença de 'Veículos' pode ser explicada pela elevada participação de empresas multinacionais no setor e pela tendência destas, conforme Zucoloto (2004) e Quadros et al (2002), concentrarem suas atividades de P&D nos seus países de origem e, portanto, apresentarem fraco esforço inovativo em suas filiais. Logo, apesar de ser significativo o número de empresas com gastos em P&D, as atividades internas de P&D e o esforço interativo são reduzidos, uma vez que as atividades inovativas estão restritas à adaptação de inovações desenvolvidas em solo estrangeiro.

Quanto ao perfil econômico, aproximadamente 80% dos componentes do cluster 2 posiciona-se no cluster C cuja concentração, tamanho e produtividade são baixas e o desempenho exportador é mediano.

Constituído por 5 setores ('Fumo', 'Coque, petróleo e biocombustíveis', 'Químicos', 'Informática, eletrônicos e ópticos' e 'Máquinas, aparelhos e materiais elétricos') o cluster 3 possui a maioria de seus indicadores de esforços inovativos acima da média da indústria de transformação, exceção feita à intensidade dos esforços. Sobressai o fato de este ser um cluster formado por setores de elevada presença de P&D interna e ser o segundo cluster mais interativo, abaixo apenas de 'Farmoquímicos e Farmacêuticos'.

Tanto sob a perspectiva tecnológica quanto de identidade econômica, o cluster 3 é muito heterogêneo o que impossibilita a definição de um perfil preciso para o mesmo. As principais semelhanças entre seus componentes são a elevada proporção de empresas com atividades internas de P&D, a concentração que varia de média a muito elevada e a densidade tecnológica que varia de média-alta a alta.

Tabela 2.5. Análise de Cluster II: Esforços inovativos

Cluster	Setores	Presença de gastos em atividades inovativas		Utilização de recursos públicos		Atividades internas e contínuas de P&D		% da receita gasto em atividades inovativas		Relações de cooperação		Cluster I
		%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	
1	Fabr. de outros equipamentos de transporte	55,2	0,69	11,7	0,52	8,7	0,72	5,1	1,81	17,9	1,48	A
	Fabr. de celulose, papel e produtos de papel	63,5	0,79	15,7	0,69	6,3	0,52	2,2	0,79	12,9	1,06	D
	Prep. de couros e fabr. de art. de couro, art. de viagem e calçados	66,5	0,83	12,1	0,54	5,6	0,47	2,3	0,84	4,6	0,38	D
	Média	61,8	0,77	13,1	0,58	6,9	0,57	3,2	1,15	11,8	0,97	
2	Metalurgia básica	73,6	0,92	17,7	0,78	7,3	0,60	2,6	0,94	8,7	0,71	A
	Fabr. de produtos de madeira	66,6	0,83	29,9	1,32	0,9	0,08	3,0	1,06	14,5	1,20	C
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	71,6	0,89	19,9	0,88	1,8	0,15	1,8	0,65	7,6	0,63	C
	Fabr. de produtos de minerais não metálicos	75,6	0,94	21,4	0,95	2,0	0,17	2,4	0,84	8,3	0,68	C
	Fabr. de produtos têxteis	78,4	0,98	13,6	0,60	3,4	0,28	2,5	0,90	6,9	0,57	C
	Fabr. de produtos de borracha e de material plástico	79,0	0,98	22,3	0,99	12,7	1,05	2,9	1,04	12,4	1,02	C
	Man., rep. e inst. de máquinas e equipamentos	85,6	1,07	19,4	0,86	0,8	0,07	1,5	0,54	10,4	0,86	C
	Fabr. de máquinas e equipamentos	85,6	1,07	25,2	1,12	12,6	1,05	3,0	1,07	13,9	1,15	C
	Fabr. de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos	87,6	1,09	23,0	1,02	5,9	0,49	2,9	1,02	7,3	0,60	C
	Fabr. de móveis e indústrias diversas	88,4	1,10	27,9	1,24	6,5	0,54	3,2	1,15	9,5	0,78	C
	Impressão e reprodução de gravações	89,9	1,12	33,1	1,47	1,3	0,11	4,4	1,57	7,8	0,65	C
	Fabr. de produtos alimentícios e bebidas	81,4	1,01	23,2	1,03	5,7	0,47	2,1	0,75	11,2	0,92	D
	Fabr. e mont. de veículos automotores, reboques e carrocerias	93,8	1,17	16,9	0,75	10,9	0,91	3,5	1,24	13,3	1,10	D
	Média	81,3	1,01	22,6	1,00	5,5	0,46	2,8	0,98	10,1	0,84	
3	Fabr. de produtos do fumo	93,9	1,17	12,2	0,54	36,6	3,04	1,5	0,54	18,3	1,51	A
	Fabr. de coque, ref. de petróleo e biocombustíveis	75,8	0,94	22,2	0,98	20,9	1,74	1,4	0,50	10,3	0,85	B
	Fabr. de produtos químicos	80,0	1,00	29,1	1,29	28,9	2,40	2,5	0,89	10,2	0,84	B
	Fabr. de eqs. de informática, prods. eletrônicos e ópticos	88,4	1,10	31,5	1,40	31,2	2,59	3,3	1,18	16,8	1,39	D
	Fabr. de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	90,8	1,13	29,7	1,32	19,5	1,62	2,6	0,94	8,7	0,71	D
Média	85,8	1,07	25,0	1,11	27,4	2,28	2,3	0,81	12,8	1,06		
4	Fabr. de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	95,3	1,19	38,7	1,72	35,4	2,94	4,9	1,74	35,3	2,91	B
	Indústria de transformação	80,3	1,00	22,6	1,00	12,0	1,00	2,8	1,00	12,1	1,00	

Fonte: IBGE, PINTEC 2008, (elaboração própria)

Legenda: IT: Indústria de transformação.

Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa 3.

2.3.3 RESULTADOS DOS ESFORÇOS INOVATIVOS

Por resultado do esforço tecnológico entende-se a introdução de produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados, ou seja, a inovação propriamente dita. Quando estes produtos ou processos são novos apenas para a empresa representam uma difusão, quando são novos para o mercado nacional representam inovações efetivas, quando são novos para o mercado mundial são considerados inovações radicais.

Partindo destas proposições, foram construídos 5 indicadores de esforço inovativo, quais sejam, taxa efetiva de inovação (EFINOV), inovações efetivas de produto (EFNOVPROD), inovações efetivas de processo (EFNOVPROC), inovações radicais de produto (INORPROD) e inovações radicais de processo (INORPROC).

A avaliação estatística dos indicadores de esforço tecnológico é apresentada na tabela 2.6 a seguir. Como pode ser verificado, o grau de ajustamento dos indicadores é muito elevado e, juntos, eles explicam mais de 97% da variância interclusters. Apesar de serem pequenas as diferenças de representatividade entre os indicadores, vale destacar que os mais representativos entre eles são a taxa de inovação radical de processo e a taxa efetiva de inovação.

Tabela 2.6. Análise de Variância (ANOVA): Resultados dos esforços inovativos

Indicadores	Cluster		Error		F	Sig.	SQC	SQE	SQT	R2
	Mean square	df	Mean square	df						
EFINOV	644,9196	3	9,6577	18	66,7778	0,0000	1934,76	28,97	1963,73	0,9852
EFNOVPROD	437,5396	3	12,3410	18	35,4541	0,0000	1312,62	37,02	1349,64	0,9726
EFNOVPROC	76,4843	3	5,5030	18	13,8986	0,0001	229,45	16,51	245,96	0,9329
INORPROD	14,4279	3	1,1146	18	12,9446	0,0001	43,28	3,34	46,63	0,9283
INORPROC	10,9473	3	0,1529	18	71,5963	0,0000	32,84	0,46	33,30	0,9862
Geral							3.552,96	86,31	3.639,26	0,9763

Fonte: PINTEC 2008: (elaboração própria).

A tabela 2.7 contempla a análise de cluster dos resultados do esforço inovativo da indústria de transformação nacional. Em primeiro lugar, destaca-se o fato de, com apenas duas exceções significativas ('Produtos de madeira', e 'Coque, petróleo e biocombustíveis', ambos posicionados no cluster 2), nos demais setores as inovações de produto ocorrem em maior volume que as inovações de processo.

Outro destaque é o fato das inovações efetivas ocorrerem em número significativamente baixo na maioria dos setores. Portanto, a difusão muito mais que a inovação caracteriza os SSI's nacionais. O que é compatível com o esperado para países de SI's imaturos, conforme Viotti (2002), Malerba e Nelson (2010).

O cluster 1 é constituído por: 'Couro e Calçados', 'Produtos de minerais não metálicos', 'Impressão e reprodução' e 'Confecção', todos eles setores de baixa intensidade tecnológica e reduzido esforço inovativos, conforme visto na análise anterior. A característica que unifica o cluster é o baixo desempenho inovativo. Para todos os indicadores, a média do cluster e de seus componentes é inferior ao da indústria nacional. Em síntese, seus resultados inovativos são muito baixos e há no cluster apenas uma ligeira vantagem das inovações de produto sobre as de processo. São baixos também o grau de concentração de mercado e a produtividade da mão-de-obra e, à exceção de 'Couro e Calçados', a propensão exportadora.

Composto pelos setores de 'Papel e celulose', 'Produtos de madeira', 'Produtos de metal', 'Metalurgia básica', 'Alimentos e bebidas', 'Coque, petróleo e biocombustíveis', 'Têxteis', 'Borracha e plástico', 'Móveis e indústrias diversas' e 'Manutenção', o cluster 2 tem resultados inovativos muito próximos da média nacional. Os setores são todos eles de média baixa ou baixa intensidade tecnológica e, quanto aos indicadores de estrutura e desempenho, 60% deles estão no cluster C caracterizado pelas empresas de pequeno porte, baixa concentração de mercado, baixa produtividade e média propensão exportadora.

Merece destaque o fato de 'Coque, petróleo e biocombustíveis' apresentar significativa proeminência das inovações de processo, o que é esperado de um setor 'Intensivo em escala', segundo Pavitt (1984). Juntamente com a 'Metalurgia básica', 'Coque, petróleo e biocombustíveis' também destoa dos outros elementos do cluster 2 em função do perfil econômico.

No terceiro cluster estão posicionados os setores de 'Máquinas e equipamentos', 'Químicos', 'Outros equipamentos de transporte', 'Máquinas, aparelhos e materiais elétricos', 'Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos', 'Farmoquímicos e farmacêuticos' e 'Veículos'. A característica que os distingue dos demais clusters é a expressiva vantagem das inovações de produto sobre as de processo. Com 28,5% das empresas tendo realizado inovações para o mercado, 22,6% o fizeram em produtos e 5,9% em processo. Outro traço relevante é o significativo, para os parâmetros nacionais, número de inovações radicais.

Chama atenção o fato de 'Veículos' apresentarem desempenho superior ao de 'Farmoquímicos e farmacêuticos', grupo de elevados esforços inovativos conforme demonstrado na análise anterior. No entanto, se forem observadas as inovações radicais, o desempenho de 'Farmoquímicos' (4,5%) só é menor que o de 'Máquinas, aparelhos e materiais elétricos' (5,1%) e 'Fumo' (6%).

O cluster 3 possui representantes de todos os clusters de estrutura e desempenho. No entanto, mais de 57% deles, são do cluster D caracterizado pela alta propensão exportadora. Se for considerada também a presença do cluster A (muito alta propensão), é possível então afirmar que a propensão exportadora é um traço distintivo do cluster.

Os resultados inovativos do setor de 'Fumo' são, em todos os aspectos, muito superiores aos da média da indústria de transformação e de todos os outros setores individualmente, o que a posiciona num cluster isolado. Tal fato, o elevado desempenho inovativo, diverge das pesquisas internacionais, no entanto, é similar ao apontado por outras análises da indústria nacional como as realizadas por Castro (2010), Campos e Ruiz (2009) e Zucoloto e Toneto Júnior (2005).

Tabela 2.7. Análise de Cluster III: Resultados do esforço inovativo

Cluster	Setores	Taxa efetiva de inovação		Taxa efetiva de inovação em produtos		Taxa efetiva de inovação em processos		Inovações radicais de produto		Inovações radicais de processo		Cluster I
		%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	
1	Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro e calçados	4,1	0,24	2,5	0,23	1,6	0,27	0,1	0,15	0,1	0,54	D
	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	5,7	0,34	3,9	0,36	1,8	0,30	0,1	0,21	0,1	0,57	C
	Impressão e reprodução de gravações	7,2	0,43	4,2	0,39	3,0	0,50	0,1	0,11	0,1	0,38	C
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	9,3	0,55	4,6	0,42	4,7	0,78	0,7	1,04	0,0	0,09	C
	Média	6,6	0,39	3,8	0,35	2,8	0,46	0,3	0,38	0,1	0,39	
2	Metalurgia básica	17,7	1,05	10,4	0,96	7,3	1,21	0,2	0,21	0,3	1,54	A
	Fabr. de coque, refino de petróleo e biocombustíveis	18,8	1,11	4,3	0,40	14,5	2,41	0,8	1,08	1,1	5,79	B
	Fabricação de produtos de madeira	15,4	0,91	2,8	0,26	12,5	2,09	0,1	0,12	0,1	0,42	C
	Fabr. de produtos de metal	16,5	0,98	7,7	0,71	8,8	1,47	0,2	0,32	0,1	0,26	C
	Fabricação de produtos têxteis	19,6	1,16	13,5	1,24	6,1	1,02	0,0	0,00	0,2	0,80	C
	Man., rep. e instalação de máquinas e equipamentos	19,7	1,17	13,3	1,22	6,4	1,07	0,2	0,23	0,0	0,00	C
	Fabricação de móveis e indústrias diversas	20,4	1,21	12,1	1,12	8,3	1,38	0,2	0,34	0,0	0,20	C
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	22,5	1,34	14,1	1,30	8,4	1,41	1,6	2,23	0,0	0,22	C
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	13,1	0,77	7,6	0,70	5,4	0,90	0,6	0,81	0,2	1,02	D
	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	17,9	1,06	10,7	0,99	7,2	1,20	0,4	0,53	0,0	0,17	D
Média	18,2	1,08	9,7	0,89	8,5	1,42	0,4	0,59	0,2	1,04		
3	Fabricação de outros equipamentos de transporte	26,6	1,58	17,9	1,65	8,7	1,45	2,2	3,13	1,7	8,40	A
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	32,2	1,91	26,3	2,42	6,0	1,00	4,5	6,42	1,0	5,08	B
	Fabricação de máquinas e equipamentos	22,7	1,35	19,8	1,82	2,9	0,48	0,8	1,11	0,2	1,20	C
	Fabricação de produtos químicos	24,9	1,48	18,8	1,73	6,1	1,02	1,8	2,56	0,3	1,61	B
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	28,4	1,69	23,6	2,17	4,8	0,80	5,1	7,18	0,4	2,21	D
	Fabr. de equipamentos de informática, prods. eletrônicos e ópticos	32,2	1,91	25,9	2,39	6,2	1,04	1,4	1,92	0,4	1,81	D
	Veículos automotores, reboques e carrocerias	32,6	1,93	26,1	2,41	6,4	1,07	0,9	1,32	0,2	1,16	D
Média	28,5	1,69	22,6	2,09	5,9	0,98	2,4	3,38	0,6	3,07		
4	Fabricação de produtos do fumo	46,1	2,73	27,8	2,56	18,3	3,04	6,1	8,66	6,1	31,02	A
	Indústria de transformação	16,9	1,00	10,8	1,00	6,0	1,00	0,7	1,00	0,2	1,00	

Fonte: IBGE, PINTEC 2008, (elaboração própria)

Legenda: IT: Indústria de transformação.

Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa1.

2.3.4 FONTES DE INFORMAÇÃO

O processo inovativo pressupõe a absorção do conhecimento gerado dentro e fora da empresa. Com o objetivo de captar os recursos utilizados incorporação do conhecimento, a PINTEC identifica 13 fontes de conhecimento que podem ser agrupadas em dois conjuntos distintos. As fontes externas: 'fornecedores', 'concorrentes', 'clientes e consumidores', 'redes informatizadas', 'feiras e exposições', 'conferências encontros e publicações', 'consultorias', centros de capacitação profissional e assistência técnica', 'instituições de testes e ensaios', 'universidades' e 'institutos de pesquisa ou centros tecnológicos'. E as fontes internas: 'P&D' e outras áreas que, em última instância, determinam a capacidade absorptiva das empresas.

Ao especificar as fontes de informação que consideram relevantes, as empresas revelam a origem e a forma de absorção do conhecimento utilizado no processo inovativo e o grau de abertura para absorção do conhecimento gerado intra e extramuros.

Na tabela 2.8 é realizada a análise estatística dos indicadores de fontes de informação utilizadas para determinar as características dos processos setoriais de aprendizado. As fontes mais relevantes para definição dos clusters foram 'fornecedores', 'P&D interna', 'concorrentes' e 'outras áreas da empresa' que apresentaram R-quadrado superior a 78,2%. No outro extremo, as fontes de menor relevância foram 'consultorias', 'conferências, encontros e publicações' e 'instituições de testes, ensaios e certificações'. Com um R-quadrado geral superior a 68,5% é possível afirmar que a ajustabilidade dos indicadores é satisfatória para definição dos agrupamentos setoriais.

Tabela 2.8. Análise de Variância (ANOVA): Fontes de informação

Indicadores	Cluster		Error		F	Sig.	SQC	SQE	SQT	R2
	Mean square	df	Mean square	df						
FIPED	509,9607	5	34,7171	16	14,6891	0,0000	2.549,80	555,47	3.105,28	0,8211
FIOAE	556,6510	5	49,2012	16	11,3138	0,0001	2.783,26	787,22	3.570,47	0,7795
FIRII	172,4432	5	42,3868	16	4,0683	0,0142	862,22	678,19	1.540,40	0,5597
FICLI	194,2750	5	39,3108	16	4,9420	0,0063	971,37	628,97	1.600,35	0,6070
FIFOR	425,7140	5	28,3107	16	15,0372	0,0000	2.128,57	452,97	2.581,54	0,8245
FIFE	460,1798	5	43,4769	16	10,5845	0,0001	2.300,90	695,63	2.996,53	0,7679
FICONC	289,2949	5	25,1195	16	11,5167	0,0001	1.446,47	401,91	1.848,39	0,7826
FICEPE	90,5625	5	44,0548	16	2,0557	0,1249	452,81	704,88	1.157,69	0,3911
FIECCI	28,2415	5	28,5444	16	0,9894	0,4546	141,21	456,71	597,92	0,2362
FICCPAT	67,1327	5	20,1453	16	3,3324	0,0298	335,66	322,32	657,99	0,5101
FIITEC	119,1799	5	51,5748	16	2,3108	0,0925	595,90	825,20	1.421,10	0,4193
FIU	99,8942	5	19,7989	16	5,0454	0,0058	499,47	316,78	816,25	0,6119
FIIPCP	83,7008	5	18,0900	16	4,6269	0,0084	418,50	289,44	707,94	0,5912
Geral							15.486,15	7.115,70	22.601,85	0,6852

Fonte: PINTEC 2008: (elaboração própria).

A análise de cluster referente à relevância atribuída pelas empresas às distintas fontes de informação é apresentada na tabela 2.9, onde pode ser observado que, no geral, os setores utilizam, com relativa intensidade, todas as diferentes fontes de informação e que a intensificação da utilização de uma delas implica em intensificação de todas as outras. Do que resulta que há pouca diferenciação entre os clusters e ocasionou a formação de um número maior de clusters (6 no total).

O cluster 1 distingue-se pela baixa relevância atribuída a todas as fontes de informação. Composto por 5 setores de baixa tecnologia, quais sejam, ‘Confecção’, ‘Produtos de minerais não metálicos’, ‘Produtos de madeira’, ‘Têxteis’ e ‘Couro e calçados’ o cluster apresenta todos os indicadores abaixo da média da indústria de transformação e, particularmente, com relação às fontes internas há um distanciamento significativo dos outros clusters.

Outro traço distintivo do cluster 1 é a elevada relevância conferida a ‘Fornecedores’ e ‘Concorrentes’. Tal característica sugere que, mais que nos outros setores, o aprendizado se dá através de *spillovers* interindustriais e interações com outras indústrias (Malerba, 1992). Especificamente, a relevância de ‘Fornecedores’ indica que tais setores, de acordo com a taxonomia de Pavitt (1984), comportem-se como “Dominados por fornecedores”.

Quanto aos indicadores de estrutura e desempenho, todos os componentes do cluster 1 situam-se nas aglomerações C e D. São, portanto, setores com empresas de tamanho pequeno ou médio, situadas em mercados de baixa ou média concentração e produtividade, mas com propensão exportadora média ou alta. Características idênticas ao dos clusters 2 e 3.

Composto por 'Celulose' e 'Manutenção' o cluster 2 reúne setores para os quais, assim como o cluster 1, também é baixa a importância da maioria das fontes de informação. No entanto, aqui merecem destaque 'Redes informatizadas', 'Consultorias' e 'Clientes' como fontes de grande relevância e 'Concorrentes' que apresenta a menor significância como fonte de informação da indústria nacional. Sobressai também a baixa importância conferida a 'Fornecedores' o que também foi apontado, no caso de 'Celulose', por Campos (2005) e Castro (2010).

O cluster 3 é constituído por 'Impressão', 'Produtos de metal', 'Metalurgia', 'Alimentos e bebidas', 'Móveis', 'Veículos' e 'Produtos de borracha e plástico'. Com exceção de 'Veículos', todos os outros componentes do cluster, assim como os dos clusters 1 e 2, posicionaram-se nos clusters de menor desempenho inovativo na análise realizada na seção anterior. Portanto, também não surpreende a baixa relevância atribuída pelo cluster às diferentes fontes de conhecimento, nem o destaque do setor de 'Veículos' para a P&D interna, mas é surpreendente a pequena importância atribuída por um setor de média tecnologia, 'Veículos', à maioria das fontes externas de informação. Comportamento que, conforme visto anteriormente, pode ser explicado pelo grande número de empresas multinacionais no setor.

A 'Metalurgia' destaca-se no cluster e em toda a indústria de transformação pela alta relevância atribuída às universidades como fonte de informação.

Constituído por 'Outros equipamentos de transporte' e 'Coque, Petróleo e biocombustíveis', o cluster 4 situa-se, na maioria dos indicadores, muito próximo da média da indústria de transformação. Como características diferenciadoras, o cluster apresenta a mais baixa importância atribuída a 'Fornecedores', 'Concorrentes', 'Clientes', 'Redes informatizadas' e 'Feiras e exposições' e uma elevada importância dada a 'Outras áreas da empresa' o que permite inferir que o modelo de

aprendizado típico do cluster é o “aprender fazendo” (Malerba, 1992) e seu grau de autonomia tecnológica é elevado (Ruiz e Bhawan, 2010).

O cluster 5 possui indicadores significativamente superiores à média nacional e é formado por ‘Farmoquímicos e farmacêuticos’, ‘Máquinas e equipamentos’, ‘Máquinas e materiais elétricos’, ‘Informática, eletrônicos e ópticos’ e Químicos’. Os setores são todos de média-alta ou alta tecnologia e compõem o cluster de segundo melhor desempenho inovativo. As fontes internas de conhecimento são consideradas relevantes por 100% das empresas e é expressiva a atribuição de relevância à infraestrutura tecnológica (universidades, institutos de pesquisa, centros de capacitação e instituições de testes) o que é compatível com o esperado para setores baseados em ciência.

O elevado desempenho de ‘Fumo’ novamente o isola no cluster 6. Em indicadores como P&D interna e interações com universidades a relevância atribuída pelo setor é respectivamente 3,6 e 2,1 vezes a média da indústria de transformação o que pode ser uma explicação para o seu desempenho inovativo apresentado na tabela 2.7 e também uma demonstração da capacidade absorptiva do setor.

Dado a elevada relevância atribuída a todas as fontes de informação e, em particular às fontes internas, é possível afirmar que os clusters 5 e 6 “aprendem pesquisando” (P&D), “aprendem fazendo” (outras áreas de empresa), “aprendem usando ou através de transbordamentos interindustriais” (fornecedores e concorrentes) e “aprendem interagindo” com outras fontes externas (Malerba, 1992).

Tabela 2.9. Análise de cluster IV: Fontes relevantes de informação

															continua
Clusters	Setores	internas				externas									
		P&D		Outras áreas		Redes informatizadas		Clientes e consumidores		Fornecedores		Concorrentes		Feiras e exposições	
		%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1
1	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	1,9	0,19	45,2	0,70	67,4	0,98	64,2	0,94	63,8	0,97	47,5	1,00	49,2	0,88
	Fabr. de produtos de minerais não metálicos	2,0	0,20	52,3	0,81	63,1	0,92	55,0	0,80	65,2	0,99	48,9	1,03	46,4	0,83
	Fabr. de produtos de madeira	2,4	0,24	49,4	0,77	63,4	0,92	45,9	0,67	61,2	0,93	35,8	0,76	52,6	0,95
	Prep. couro e fabr. de art. de couro e calçados	6,6	0,65	38,2	0,59	61,3	0,89	66,0	0,97	54,5	0,83	50,1	1,06	60,1	1,08
	Fabr. de produtos têxteis	3,7	0,37	63,5	0,99	57,4	0,83	68,1	1,00	62,4	0,95	38,2	0,81	53,1	0,95
	Média	3,3	0,33	49,7	0,77	62,5	0,91	59,8	0,88	61,4	0,93	44,1	0,93	52,3	0,94
2	Fabr. de celulose, papel e produtos de papel	6,9	0,68	54,3	0,84	79,9	1,16	72,6	1,06	56,4	0,86	29,9	0,63	29,6	0,53
	Man., rep. e inst. de máquinas e equipamentos	2,4	0,23	66,7	1,03	64,2	0,93	63,3	0,93	48,4	0,74	22,7	0,48	44,8	0,81
	Média	4,6	0,46	60,5	0,94	72,1	1,05	68,0	0,99	52,4	0,80	26,3	0,56	37,2	0,67
3	Impressão e reprodução de gravações	1,5	0,15	65,8	1,02	77,7	1,13	77,4	1,13	70,3	1,07	59,2	1,25	58,3	1,05
	Fabr. de produtos de metal	6,3	0,62	73,9	1,15	74,1	1,08	69,2	1,01	67,7	1,03	49,9	1,05	55,1	0,99
	Metalurgia básica	6,4	0,63	53,6	0,83	63,2	0,92	72,8	1,06	72,8	1,11	47,6	1,01	50,9	0,92
	Fabr. produtos alimentícios e bebidas	6,5	0,64	69,4	1,08	61,8	0,90	69,3	1,01	68,0	1,03	53,1	1,12	56,7	1,02
	Fabr. de móveis e indústrias diversas	6,5	0,64	55,8	0,87	73,9	1,07	73,0	1,07	72,8	1,11	55,3	1,17	66,6	1,20
	Veículos automotores, reboques e carrocerias	12,2	1,20	59,3	0,92	74,0	1,07	72,4	1,06	75,3	1,15	52,0	1,10	59,7	1,07
	Fabr. de produtos de borracha e de material plástico	12,9	1,27	65,8	1,02	71,7	1,04	77,7	1,14	75,2	1,14	46,4	0,98	62,7	1,13
	Média	7,5	0,73	63,4	0,98	70,9	1,03	73,1	1,07	71,7	1,09	51,9	1,10	58,6	1,05
4	Fabr. de outros equipamentos de transporte	10,4	1,02	82,5	1,28	46,2	0,67	52,6	0,77	47,5	0,72	35,9	0,76	35,1	0,63
	Fabr. de coque, ref. de petróleo, álcool	24,6	2,43	79,7	1,24	60,3	0,88	64,2	0,94	50,1	0,76	30,3	0,64	24,9	0,45
	Média	17,5	1,72	81,1	1,26	53,3	0,77	58,4	0,85	48,8	0,74	33,1	0,70	30,0	0,54
5	Fabr. de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	36,4	3,58	77,9	1,21	68,8	1,00	70,1	1,03	53,0	0,81	46,1	0,97	55,7	1,00
	Fabr. de máquinas e equipamentos	16,0	1,58	74,9	1,16	76,6	1,11	75,8	1,11	69,2	1,05	40,0	0,84	63,2	1,14
	Fabr. de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	20,7	2,04	73,2	1,14	73,5	1,07	66,1	0,97	64,6	0,98	38,3	0,81	57,4	1,03
	Fabr. de equip. de informática, prod. eletrônicos e ópticos	31,6	3,12	72,2	1,12	84,2	1,22	79,0	1,16	66,7	1,01	48,1	1,02	73,1	1,31
	Fabr. de produtos químicos	35,5	3,50	77,7	1,21	67,1	0,97	70,0	1,02	50,4	0,77	43,8	0,92	52,4	0,94
	Média	28,1	2,76	75,2	1,17	74,0	1,07	72,2	1,06	60,8	0,92	43,3	0,91	60,4	1,08
6	Fabr. de produtos do fumo	36,6	3,60	87,8	1,36	69,5	1,01	81,7	1,19	93,9	1,43	55,9	1,18	36,4	0,65
	Indústria de transformação	10,2	1,00	64,5	1,00	68,9	1,00	68,4	1,00	65,7	1,00	47,3	1,00	55,6	1,00

Tabela 2.9. Análise de cluster IV: Fontes de informação

													(conclusão)	
Clusters	Setores	externas												Cluster I
		Conferências, encontros e publicações		Consultorias		Centros de capacitação		Instituições de testes, ensaios e certificações		Universidades		Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos		
		%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	
1	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	29,5	0,87	23,1	1,07	20,8	0,97	9,0	0,43	10,5	0,79	8,8	0,73	C
	Fabr. de produtos de minerais não metálicos	33,6	1,00	16,8	0,78	11,6	0,54	33,7	1,60	15,0	1,12	6,8	0,57	C
	Fabr. de produtos de madeira	31,3	0,93	16,9	0,78	11,2	0,52	8,3	0,39	9,8	0,73	3,4	0,28	C
	Prep. couro e fabr. de art. de couro e calçados	32,6	0,97	21,2	0,98	21,1	0,99	20,2	0,96	3,3	0,25	14,0	1,17	D
	Fabr. de produtos têxteis	26,3	0,78	15,3	0,71	15,3	0,72	8,5	0,40	7,0	0,52	7,3	0,61	C
	Média	30,7	0,91	18,7	0,86	16,0	0,75	15,9	0,76	9,1	0,68	8,1	0,67	
2	Fabr. de celulose, papel e produtos de papel	25,7	0,76	24,6	1,14	10,0	0,47	23,2	1,10	4,9	0,37	7,6	0,63	D
	Man., rep. e inst. de máquinas e equipamentos	30,8	0,91	23,9	1,10	21,1	0,99	27,2	1,29	15,8	1,18	10,4	0,87	C
	Média	28,3	0,84	24,3	1,12	15,6	0,73	25,2	1,20	10,4	0,77	9,0	0,75	
3	Impressão e reprodução de gravações	43,7	1,29	14,0	0,65	27,3	1,28	12,0	0,57	7,7	0,58	2,8	0,23	C
	Fabr. de produtos de metal	29,4	0,87	23,8	1,10	20,2	0,95	24,5	1,17	9,7	0,73	12,2	1,02	C
	Metalurgia básica	34,8	1,03	16,0	0,74	26,0	1,22	27,3	1,30	20,4	1,53	17,3	1,44	A
	Fabr. produtos alimentícios e bebidas	32,0	0,95	21,2	0,98	27,2	1,27	17,8	0,85	17,8	1,33	12,7	1,06	D
	Fabr. de móveis e indústrias diversas	42,1	1,25	24,5	1,13	31,8	1,49	25,9	1,23	13,7	1,02	18,5	1,54	C
	Veículos automotores, reboques e carrocerias	24,1	0,71	21,5	0,99	21,0	0,98	19,6	0,93	16,1	1,20	10,5	0,88	D
	Fabr. de produtos de borracha e de material plástico	38,8	1,15	22,9	1,06	18,1	0,85	29,6	1,41	12,2	0,91	10,0	0,83	C
Média	35,0	1,04	20,6	0,95	24,5	1,15	22,4	1,06	13,9	1,04	12,0	1,00		
4	Fabr. de outros equipamentos de transporte	31,9	0,95	12,0	0,55	14,8	0,69	25,2	1,20	9,5	0,71	17,1	1,43	A
	Fabr. de coque, ref. de petróleo, álcool	31,0	0,92	33,0	1,52	13,9	0,65	29,9	1,42	14,3	1,07	16,6	1,39	B
	Média	31,5	0,93	22,5	1,04	14,4	0,67	27,6	1,31	11,9	0,89	16,9	1,41	
5	Fabr. de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	42,3	1,25	23,2	1,07	22,3	1,04	29,1	1,38	24,4	1,83	23,6	1,97	B
	Fabr. de máquinas e equipamentos	32,8	0,97	26,7	1,23	24,5	1,15	21,1	1,00	17,2	1,29	14,5	1,21	C
	Fabr. de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	35,2	1,04	14,6	0,67	18,3	0,86	31,3	1,49	15,8	1,18	16,0	1,34	D
	Fabr. de equip. de informática, prod. eletrônicos e ópticos	56,8	1,68	25,2	1,16	19,0	0,89	32,1	1,53	22,0	1,65	17,5	1,46	D
	Fabr. de produtos químicos	38,5	1,14	19,4	0,89	22,0	1,03	25,9	1,23	20,6	1,54	22,4	1,87	B
Média	41,1	1,22	21,8	1,01	21,2	0,99	27,9	1,33	20,0	1,50	18,8	1,57		
6	Fabr. de produtos do fumo	42,5	1,26	30,3	1,40	18,3	0,86	36,4	1,73	26,9	2,01	20,8	1,74	A
	Indústria de transformação	33,8	1,00	21,7	1,00	21,4	1,00	21,0	1,00	13,4	1,00	12,0	1,00	

Fonte: IBGE, PINTEC 2008, (elaboração própria).

Legenda: IT - Indústria de transformação.

Nota: Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa 4.

2.3.5 FONTES DE INOVAÇÃO

Fontes de inovação dizem respeito aos gastos realizados pelas empresas com o objetivo de promover inovações. Divididas em dois grupos, as fontes podem ser internas (P&D, gastos com introdução de inovação no mercado, treinamento e projetos industriais) ou representarem aquisições externas (P&D, outras fontes de conhecimento, software e máquinas e equipamentos).

Ademais, as fontes de inovação podem ser vistas também como formas de aprendizado. Neste caso, as fontes internas representam formas ativas de aprendizado e produção do conhecimento e as fontes externas são formas passivas através das quais as empresas “aprendem usando” recursos e produtos elaborados extramuros (Malerba, 1992) e o quociente entre fontes internas e externas indica o grau de autonomia tecnológica⁴⁷ dos respectivos setores.

A tabela 2.10 contém o desempenho estatístico dos indicadores de fontes de inovação. As fontes mais significativas para a composição dos clusters foram os de ‘máquinas e equipamentos’ e ‘P&D interna’ e as menos relevantes ‘software’ ‘treinamento’ e ‘projetos industriais’. Resultado que denota equilíbrio do grau de significância das fontes internas e externas. Adicionalmente, um R-quadrado geral de aproximadamente 83% confere elevada aceitação estatística para os clusters propostos.

⁴⁷ Dado que a ‘Autonomia tecnológica’ resulta do balanceamento entre todos os componentes das fontes de inovação, optou-se por calculá-la após a definição dos clusters.

Tabela 2.10. Análise de Variância (ANOVA): Fontes de inovação

Indicadores	Cluster		Error		F	Sig.	SQC	SQE	SQT	R2
	Mean square	df	Mean square	df						
GASMAQ	3.327,8914	3	56,1912	18	59,2244	0,0000	9.983,67	1.011,44	10.995,12	0,9080
GASPED	1.669,7439	3	51,8903	18	32,1783	0,0000	5.009,23	934,03	5.943,26	0,8428
GASPIOP	86,4035	3	27,8047	18	3,1075	0,0524	259,21	500,48	759,70	0,3412
GASIITM	144,5501	3	24,1909	18	5,9754	0,0052	433,65	435,44	869,09	0,4990
GASPEDEX	112,4650	3	12,5815	18	8,9389	0,0008	337,39	226,47	563,86	0,5984
GASSOFT	15,5209	3	7,4282	18	2,0895	0,1374	46,56	133,71	180,27	0,2583
GASTREI	11,0945	3	4,3675	18	2,5403	0,0888	33,28	78,61	111,90	0,2974
Geral							16.103,01	3.320,18	19.423,19	0,8291

Fonte: PINTEC 2008: (elaboração própria).

Na tabela 2.11 estão expostas as fontes de inovação utilizadas pela indústria de transformação nacional. Nela, o cluster 1 é formado por setores de média-baixa ou baixa tecnologia, de média, alta ou muito alta propensão exportadora e baixa autonomia tecnológica. São eles: ‘Produtos de madeira’, ‘Impressão’, ‘Têxteis’, ‘Alimentos e bebidas’, ‘Celulose e papel’ e ‘Metalurgia básica’, setores nos quais o gasto médio com ‘aquisição de máquinas e equipamentos’ representa mais de 75% dos gastos inovativos e os gastos em fontes externas somam mais de 80% do total atribuído às atividades inovativas. Outra característica relevante é o baixo volume de gastos em atividades internas de P&D, elas não chegam a 8% do total das fontes de inovação.

Portanto, é possível afirmar que no cluster 1 as empresas “aprendem usando” e este aprendizado é passivo.

Merece destaque o fato da ‘Metalurgia’ apresentar gasto em ‘projeto industrial e preparação técnica’ superior à média nacional. Segundo Campos (2005), a variável ‘projeto industrial’ aproxima-se daquilo que a literatura internacional intitula como ‘Desenho e Engenharia (*D&E* da sigla em inglês de *Design e Engineering*), portanto, faz sentido que, conforme verificado em estudos internacionais como Pavitt (1984), Archibugi; Cesaratto; Sirilli (1991) e nacionais como o próprio Campos (2005) e Zucoloto (2004) um setor ‘Intensivo em escala’ tenha como fonte de inovação relevante as engenharias de produção e processo.

O cluster 2 é constituído por ‘Minerais não metálicos’, ‘Máquinas e equipamentos’, ‘Produtos de metal’, ‘Confecção’, ‘Móveis e indústrias diversas’, ‘Produtos de borracha e plástico’, ‘Manutenção’ e, surpreendentemente ‘Químicos’. A autonomia

tecnológica do agrupamento 1 é média, mas significativamente abaixo da indústria de transformação, os gastos com 'máquinas e equipamentos' são superiores a 59% do total de gastos e as atividades internas de P&D, apesar de superiores à do cluster 1, são inferiores à média nacional. Merece ser destacado que os gastos com aquisição de 'Conhecimento externo' é o maior da indústria o que somado às outras aquisições caracteriza o processo de aprendizagem do setor, assim como o cluster 1, como exógeno.

A surpresa com a presença de 'Químicos' no cluster 2 é decorrente deste ser um setor de média-alta tecnologia do qual é esperada uma elevada autonomia tecnológica e do mesmo estar, segundo a tabela 2.5 vista anteriormente, entre os setores de maiores esforços tecnológicos. No entanto, tal posicionamento é semelhante ao identificado por Campos (2005) e Zucoloto (2004) na análise da PINTEC 2000 e decorre da significativa participação das aquisições de 'máquinas e equipamentos' no conjunto dos gastos inovativos do setor.

'Máquinas e materiais elétricos', 'Farmoquímicos e farmacêuticos', 'Veículos', 'Couros e calçados', 'Informática, eletrônicos e ópticos', 'Fumo' e 'Outros equipamentos de transporte' formam o terceiro cluster cuja autonomia tecnológica é a maior de toda a indústria de transformação nacional o que decorre, fundamentalmente, dos elevados gastos em P&D interna (36,4%) e do baixo, para o padrão nacional, dispêndio em 'máquinas e equipamentos' (25,3%). Adicionalmente, são elevados os gastos em D&E (14,1%) o que, novamente, é compatível com o esperado para um cluster composto, em sua maioria, por 'Intensivos em escala'.

A estrutura econômica é difusa, mas aproximadamente 86% do cluster são setores com alta ou muito alta propensão exportadora.

Assim como nas aglomerações realizadas anteriormente, a análise de fontes de inovação revela a existência de um setor que tem comportamento tão distinto dos outros setores que provoca o estabelecimento de um cluster com um único elemento. Neste caso, o setor de 'Coque, petróleo e biocombustíveis' é o *outlier* que, em virtude da atipicidade de conduta, particularmente em P&D interna (61,5%), duas vezes e meia a média da indústria de transformação e aquisição de máquinas e equipamentos (15,1%) apenas 0,31 da média isola-se dos setores restantes. Tal

resultado possibilita definir o processo de aprendizagem do setor como “aprender pesquisando” e determina seu elevado grau de autonomia tecnológica.

Tabela 2.11. Análise de cluster V: Fontes de inovação

(continua)

Cluster	Setor	Autonomia tecnológica	Internas								Cluster I
			P&D interna		Marketing		Treinamento		Projeto industrial e preparação técnica		
			%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	
1	Fabr. de produtos de madeira	0,09	3,4	0,14	1,1	0,20	2,0	0,92	2,6	0,29	C
	Impressão e reprodução de gravações	0,13	5,5	0,22	1,2	0,22	2,8	1,30	4,0	0,44	C
	Fabricação de produtos têxteis	0,19	6,8	0,28	2,5	0,43	4,6	2,16	5,1	0,56	C
	Fabr. de produtos alimentícios e bebidas	0,24	10,4	0,42	4,3	0,74	1,3	0,60	7,6	0,84	D
	Fabr. de celulose, papel e produtos de papel	0,24	12,9	0,53	2,9	0,50	2,2	1,02	6,3	0,70	D
	Metalurgia básica	0,25	8,0	0,33	0,5	0,08	3,3	1,54	13,0	1,43	A
	Média	0,19	7,9	0,32	2,1	0,36	2,7	1,26	6,4	0,71	
2	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,20	6,4	0,26	2,2	0,37	4,6	2,17	6,6	0,73	C
	Fabricação de máquinas e equipamentos	0,26	15,3	0,62	2,6	0,44	2,0	0,93	6,2	0,68	C
	Fabr. de produtos de metal	0,27	9,4	0,38	2,7	0,47	3,0	1,44	11,9	1,31	C
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,27	6,4	0,26	8,8	1,51	3,0	1,43	9,3	1,03	C
	Fabricação de móveis e indústrias diversas	0,30	10,7	0,44	7,3	1,26	4,7	2,23	7,1	0,79	C
	Fabr. de produtos de borracha e de material plástico	0,35	16,5	0,67	3,8	0,66	3,9	1,86	10,3	1,14	C
	Man., rep. e inst. de máquinas e equipamentos	0,36	6,3	0,26	2,4	0,41	10,9	5,12	16,1	1,78	C
	Fabricação de produtos químicos	0,41	23,5	0,96	7,8	1,34	2,8	1,32	7,1	0,78	D
Média	0,32	11,8	0,48	4,7	0,81	4,4	2,06	9,3	1,03		
3	Fabr. de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,55	38,3	1,56	6,3	1,09	5,4	2,53	4,9	0,54	D
	Fabr. de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,57	29,4	1,19	12,3	2,13	1,1	0,50	14,5	1,60	B
	Veículos automotores, reboques e carrocerias	0,61	43,4	1,76	4,5	0,78	0,8	0,39	12,1	1,34	D
	Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro e calçados	0,62	17,3	0,70	15,3	2,65	2,4	1,14	27,3	3,01	D
	Fabr. de equip. de informática, prod. eletrônicos e ópticos	0,69	39,0	1,58	21,0	3,63	1,1	0,53	8,1	0,89	D
	Fabricação de produtos do fumo	0,73	47,6	1,93	4,3	0,74	0,4	0,19	20,9	2,30	A
	Fabr. de outros equipamentos de transporte	0,76	39,7	1,61	23,6	4,07	1,1	0,50	11,3	1,24	A
Média	0,65	36,4	1,48	12,5	2,16	1,8	0,82	14,1	1,56		
4	Fabr. de coque, ref. de petróleo e biocombustíveis	0,64	61,5	2,50	0,1	0,02	0,4	0,18	2,3	0,25	B
	Indústria de transformação	0,42	24,6	1,00	5,8	1,00	2,1	1,00	9,1	1,00	

Tabela 2.11. Análise de cluster V: Fontes de inovação

											(conclusão)
Cluster	Setor	Autonomia tecnológica	Externas								Clus7
			Software		P&D externa		Máquinas e equipamentos		Conhecimento externo		
			%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	
1	Fabr. de produtos de madeira	0,09	0,8	0,32	0,1	0,02	88,8	1,81	1,1	0,42	C
	Impressão e reprodução de gravações	0,13	8,7	3,40	0,1	0,02	73,0	1,49	4,7	1,74	C
	Fabricação de produtos têxteis	0,19	2,4	0,96	0,1	0,03	77,5	1,58	1,0	0,37	C
	Fabr. de produtos alimentícios e bebidas	0,24	2,3	0,91	0,5	0,13	72,9	1,49	0,6	0,23	D
	Fabr. de celulose, papel e produtos de papel	0,24	4,5	1,77	0,8	0,21	69,3	1,41	1,0	0,36	D
	Metalurgia básica	0,25	1,8	0,72	2,6	0,62	69,2	1,41	1,7	0,61	A
	Média	0,19	3,4	1,35	0,7	0,17	75,1	1,53	1,7	0,62	
2	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,20	12,6	4,93	0,4	0,09	65,7	1,34	1,5	0,57	C
	Fabricação de máquinas e equipamentos	0,26	3,2	1,27	2,5	0,60	66,1	1,35	2,2	0,82	C
	Fabr. de produtos de metal	0,27	3,9	1,54	1,6	0,40	65,3	1,33	2,1	0,76	C
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,27	5,9	2,32	2,0	0,49	62,1	1,27	2,5	0,91	C
	Fabricação de móveis e indústrias diversas	0,30	7,5	2,95	0,8	0,21	58,6	1,19	3,2	1,17	C
	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,35	1,9	0,74	1,4	0,34	55,3	1,13	6,9	2,54	C
	Man., rep. e inst. de máquinas e equipamentos	0,36	4,3	1,69	2,8	0,69	53,2	1,08	4,0	1,46	C
	Fabricação de produtos químicos	0,41	2,3	0,91	2,2	0,55	50,4	1,03	3,9	1,44	B
Média	0,32	5,2	2,04	1,7	0,42	59,6	1,21	3,3	1,21		
3	Fabr. de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,55	3,4	1,31	1,4	0,35	38,9	0,79	1,5	0,54	D
	Fabr. de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,57	1,3	0,52	12,8	3,11	25,9	0,53	2,8	1,02	B
	Veículos automotores, reboques e carrocerias	0,61	1,0	0,38	4,0	0,98	28,0	0,57	6,1	2,23	D
	Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro e calçados	0,62	3,9	1,54	1,3	0,33	31,7	0,65	0,6	0,22	D
	Fabr. de equip. de informática, prod. eletrônicos e ópticos	0,69	2,1	0,83	15,7	3,83	11,1	0,23	1,8	0,67	D
	Fabricação de produtos do fumo	0,73	1,6	0,63	1,6	0,39	22,1	0,45	1,6	0,59	A
	Fabr. de outros equipamentos de transporte	0,76	1,7	0,68	2,5	0,60	19,6	0,40	0,6	0,21	A
Média	0,65	2,1	0,84	5,6	1,37	25,3	0,52	2,1	0,78		
4	Fabr. de coque, ref. de petróleo e biocombustíveis	0,64	0,3	0,13	18,8	4,59	15,1	0,31	1,5	0,54	B
	Indústria de transformação	0,42	2,6	1,00	4,1	1,00	49,1	1,00	2,7	1,00	

Fonte: IBGE, PINTEC 2008, (elaboração própria).

Legenda: IT: Indústria de transformação.

Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa 5.

2.3.6 INTERATIVIDADE

A avaliação do grau de interatividade setorial é pertinente com a percepção de que as relações interativas ampliam a capacidade inovativa e revelam o poder absorptivo das empresas, além de configurarem e fortalecerem os SSI's. Neste sentido, espera-se de setores que demonstrem maior competência relacional, apresentem também um maior desempenho inovativo e estejam inseridos em SSI's mais robustos.

A PINTEC entende por relações de cooperação aquelas que envolvem projetos conjuntos de P&D ou outros projetos inovativos entre a empresa e 'clientes ou consumidores', 'fornecedores', 'concorrentes', 'consultorias', 'universidades e institutos de pesquisa', 'centros de capacitação profissional' e 'instituições de testes e ensaio'. Os 4 últimos constituem a infraestrutura tecnológica.

A tabela 2.12 contém as avaliações estatísticas dos indicadores de interatividade. Onde pode ser observado que as relações mais significativas para determinação dos clusters foram aquelas desenvolvidas com 'fornecedores', 'clientes' e 'universidades e institutos de pesquisa' pois apresentaram R-quadrado superior a 69%. Em contrapartida, apresentaram pouca significância as relações com 'concorrentes' e 'centros de capacitação profissional' ambas com R-quadrado inferior a 27%. Com um R-quadrado geral superior a 64% é possível afirmar que os indicadores conferem significância estatística aos agrupamentos setoriais analisados a seguir.

Tabela 2.12. Análise de Variância (ANOVA): Interatividade

Indicadores	Cluster		Error		F	Sig.	SQC	SQE	SQT	R2
	Mean square	df	Mean square	df						
RELCLI	1.456,5783	5	124,4739	16	11,7019	0,0001	7.282,89	1.991,58	9.274,47	0,7853
RELFORN	1.247,2232	5	95,2775	16	13,0904	0,0000	6.236,12	1.524,44	7.760,56	0,8036
RELCONC	127,0353	5	109,2963	16	1,1623	0,3696	635,18	1.748,74	2.383,92	0,2664
RELECCI	610,8000	5	173,9528	16	3,5113	0,0248	3.054,00	2.783,24	5.837,24	0,5232
RELUIP	1.333,1169	5	186,4843	16	7,1487	0,0011	6.665,58	2.983,75	9.649,33	0,6908
RELCCPAT	175,5077	5	151,0710	16	1,1618	0,3699	877,54	2.417,14	3.294,67	0,2664
RELITEC	623,7068	5	117,2226	16	5,3207	0,0046	3.118,53	1.875,56	4.994,10	0,6244
Geral							27.869,84	15.324,45	43.194,29	0,6452

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

Na tabela 2.13 é apresentada a relevância atribuída pelas empresas às suas diferentes relações de cooperação. Em primeiro lugar, é importante salientar que, conforme visto na tabela 2.5, a competência relacional da indústria de transformação nacional é muito baixa e, em média, apenas 12% das empresas inovadoras estabelecem relações cooperativas.

Em segundo lugar, destaca-se que para 82% dos setores (há apenas 4 exceções) as relações com ‘fornecedores’ ou ‘clientes’ são as que mais contribuem para o processo inovativo.

No cluster 1 estão ‘Coque, petróleo e biocombustíveis’, ‘Produtos de minerais não metálicos’, ‘Produtos de madeira’ e ‘Químicos’. Setores para os quais as relações interativas são consideradas de pouca contribuição para as inovações, mas as relações com universidades e institutos de pesquisa recebem avaliação superior à média da indústria de transformação e, considerando o pressuposto de maior interatividade e maior desempenho, surpreende que ‘Químicos’ esteja no cluster 1.

No entanto, como visto anteriormente (tabela 2.5), o grau de interatividade de ‘Químicos’ é inferior à média da indústria nacional fato para o qual a possível explicação é a participação do capital estrangeiro no setor e a concentração dos investimentos em P&D, realizados por este capital, nos seus países de origem (Zucoloto, 2004).

‘Produtos de minerais não metálicos’ é outro componente do cluster 1 que desperta curiosidade pois, apesar do baixo grau de interatividade, baixo desempenho inovativo e de ser considerado um setor ‘Dominado por fornecedores’ o mesmo

considera as relações com ‘universidades e institutos de pesquisa’ mais relevantes que as interações com ‘fornecedores’.

O cluster 2 é formado por ‘Têxteis’, ‘Impressão’, ‘Produtos de metal’, ‘Móveis’, ‘Alimentos e bebidas’ e ‘Celulose’ setores que compartilham a baixa interatividade (conforme tabela 2.5), a mais elevada relevância atribuída a ‘fornecedores’ e a mais baixa a ‘universidades e institutos de pesquisa’. Além disto, o cluster 2 também é caracterizado pelo baixo desempenho inovativo e o pequeno ou médio tamanho, produtividade e concentração.

A elevada relevância de ‘fornecedores’ somada à não importância das outras relações sugere que os setores do cluster comportam-se como “Dominados por fornecedores”, conforme Leiponen e Drejer (2007) e corresponde (com exceção do setor de ‘Celulose’) à classificação realizada por Campos (2005) e Castro (2010).

‘Farmoquímicos e farmacêuticos’, ‘Confecção’, ‘Equipamentos de informática’ e ‘Máquinas, aparelhos e materiais elétricos’ compõem o terceiro agrupamento cujo traço distintivo é o maior equilíbrio da avaliação das diferentes relações cooperativas. A relevância de ‘fornecedores’ é pouco superior à média nacional, mas a avaliação das outras relações, particularmente, da infraestrutura tecnológica é substancialmente superior à média.

A presença de ‘Confecções’, setor de baixa intensidade tecnológica num cluster em que todos os outros elementos são de alta intensidade deve-se ao comportamento atípico do setor no tocante à avaliação das relações cooperativas. Em primeiro lugar, a relevância de ‘fornecedores’ é menor que a de ‘centros de capacitação’. Em segundo, a avaliação das outras relações é significativamente superior à média. Segundo Alves (2008), tal comportamento talvez possa ser explicado pelo esforço de qualificação profissional decorrente da reestruturação produtiva pela qual vem passando o setor

Ainda sobre o cluster 3, a elevada relevância conferida às relações com ‘Consultorias’, ‘Universidades e institutos de pesquisa’, ‘Instituições de testes e ensaio’ e ‘Centros de capacitação’ sugere o modelo de aprendizado através da interação e, no caso de ‘Confecções’ as relações cooperativas mais substituem que

complementam as atividades interna de pesquisa, uma vez que conforme visto na análise de 'Fontes de inovação', a autonomia tecnológica é baixa no setor.

O cluster 4 é constituído por 'Fumo', 'Metalurgia', 'Outros equipamentos de transporte', 'Produtos de borracha e Plástico', 'Máquinas e equipamentos' e 'Veículos', setores que estão aglutinados em função da maior significância das relações com 'clientes' e da menor significância de 'concorrentes'. As relações com a infraestrutura tecnológica é próxima da média da indústria de transformação. Adicionalmente, a multiplicidade de relações com boa avaliação define o cluster como o de maior competência relacional.

Sob esta perspectiva, 'Fumo' destaca-se como o setor mais competente e de comportamento mais uniforme. Todas as empresas consideram relevantes as relações com 'clientes' e todas consideram irrelevantes as relações com 'concorrentes'. Vale lembrar que o setor detém a segunda maior taxa de interação da indústria. O comportamento interativo diferenciado de 'Fumo' também foi detectado por Kato et al (2008) que também destacaram o fato da maioria das relações de cooperação do setor serem estabelecidas com 'clientes' do exterior.

Outra curiosidade do cluster 4 é que, apesar de superior à média nacional, é baixa a relevância atribuída pela 'Metalurgia' às 'universidades e instituto de pesquisa'. O fato é intrigante dada a elevada importância atribuída pelo setor às 'universidades' como fonte de informação (conforme tabela 2.9).

Quanto aos indicadores de estrutura e desempenho, mais de 66% dos componentes do cluster 4 são caracterizados pela muito elevada ou média concentração e elevada ou muito elevada propensão exportadora.

Em função da elevada diferenciação de seus comportamentos com relação aos demais, os setores de 'Manutenção' e 'Couro' foram isolados em 2 clusters diferentes.

Os dois setores *outliers* comungam avaliações muito abaixo da média para 'clientes', 'fornecedores' e 'concorrentes' e muito acima da média para 'consultorias'. No entanto, com relação às interações com a infraestrutura tecnológica apresentam comportamentos díspares.

'Manutenção' atribui a maior relevância de toda a indústria nacional para as relações com 'universidades e institutos de pesquisa' e 'instituições de testes e ensaios', em ambos os casos a avaliação do setor é quase 3 vezes superior à média. Já 'Couro' situa-se no extremo oposto um grau de relevância muito abaixo da média nacional para toda a infraestrutura tecnológica. O desempenho inovativo dos dois setores é significativamente diferenciado também. 'Couro' detém a taxa mais baixa de inovatividade da indústria, enquanto 'Manutenção' apresenta taxa pouco superior à média nacional.

Tabela 2.13. Análise de Cluster VI: Interatividade

Clusters	Setor	Clientes/ consumidores		Fornecedores		Concorrentes		Consultorias		Universidades e institutos de pesquisa		Centros de capacitação profissional e assist. técnica		Instituições de testes, ensaios e certificações		Cluster I
		%	TI=1	%	TI=1	%	TI=1	%	TI=1	%	TI=1	%	TI=1	%	TI=1	
1	Coque, ref. de petróleo e biocombustíveis	16,6	0,37	62,9	0,97	14,9	0,96	37,1	1,26	52,0	1,77	22,3	0,83	22,3	0,95	B
	Produtos químicos	42,1	0,94	51,9	0,80	6,5	0,42	20,5	0,70	20,5	0,70	12,7	0,47	28,6	1,22	B
	Produtos de minerais não metálicos	15,8	0,35	41,7	0,64	10,4	0,67	4,2	0,14	54,2	1,84	7,4	0,28	9,5	0,41	C
	Produtos de madeira	22,8	0,51	43,9	0,68	23,2	1,49	25,6	0,87	32,6	1,11	35,0	1,31	20,2	0,86	D
	Média cluster	24,3	0,54	50,1	0,77	13,7	0,88	21,8	0,74	39,8	1,35	19,3	0,72	20,1	0,86	
2	Produtos têxteis	40,1	0,90	87,6	1,35	29,4	1,89	46,5	1,58	11,4	0,39	31,7	1,19	30,5	1,31	C
	Impressão e reprodução de gravações	39,8	0,89	99,1	1,53	0,9	0,06	0,0	0,00	1,9	0,06	38,0	1,42	0,0	0,00	C
	Produtos de metal	50,5	1,13	83,1	1,28	10,7	0,69	22,5	0,76	16,4	0,56	14,5	0,54	22,1	0,95	C
	Móveis e Indústrias diversas	54,1	1,21	90,5	1,39	2,6	0,17	33,3	1,13	15,6	0,53	32,8	1,23	36,9	1,58	C
	Alimentos e bebidas	33,7	0,76	77,1	1,19	28,4	1,83	21,8	0,74	26,9	0,91	29,7	1,11	14,9	0,64	D
3	Celulose, papel e produtos de papel	38,7	0,87	95,7	1,48	6,8	0,44	29,8	1,01	12,6	0,43	27,2	1,02	14,5	0,62	D
	Média cluster	42,8	0,96	88,8	1,37	13,1	0,84	25,6	0,87	14,2	0,48	29,0	1,09	19,8	0,85	
	Prod. farmoquímicos e farmacêuticos	50,5	1,13	68,2	1,05	26,0	1,68	52,6	1,79	52,6	1,79	17,7	0,66	41,1	1,76	B
	Confecção de arts. do vestuário e acessórios	41,2	0,92	55,2	0,85	38,5	2,48	51,3	1,75	49,7	1,69	57,4	2,15	33,9	1,45	C
	Equip. de informática, prods. eletrônicos e ópticos	47,6	1,07	65,8	1,01	9,8	0,63	26,7	0,91	53,8	1,83	21,5	0,81	34,0	1,46	D
4	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	46,7	1,05	76,9	1,19	6,5	0,42	28,6	0,97	44,8	1,52	24,8	0,93	47,2	2,02	D
	Média cluster	46,5	1,04	66,5	1,03	20,2	1,30	39,8	1,35	50,2	1,71	30,4	1,14	39,0	1,67	
	Produtos do fumo	100,0	2,24	66,7	1,03	0,0	0,00	33,3	1,13	66,7	2,27	33,3	1,25	33,3	1,43	A
	Metalurgia básica	63,3	1,42	50,3	0,77	8,7	0,56	25,0	0,85	42,8	1,45	16,5	0,62	16,6	0,71	A
	Outros equipamentos de transporte	60,7	1,36	42,6	0,66	0,0	0,00	10,8	0,37	21,6	0,73	6,2	0,23	4,6	0,20	A
5	Prod. de borracha e de material plástico	71,7	1,61	44,5	0,69	13,0	0,83	19,2	0,65	16,3	0,55	36,1	1,35	22,0	0,94	C
	Máquinas e equipamentos	57,3	1,28	57,3	0,88	5,2	0,33	36,4	1,24	15,4	0,52	14,7	0,55	11,1	0,48	C
	Veículos automotores, reboques e carrocerias	70,8	1,58	70,9	1,09	6,7	0,43	24,0	0,82	22,0	0,75	19,9	0,75	34,1	1,46	D
	Média cluster	70,6	1,58	55,4	0,85	5,6	0,36	24,8	0,84	30,8	1,05	21,1	0,79	20,3	0,87	
	Man., rep. e inst. de máquinas e equipamentos	16,5	0,37	34,0	0,52	5,9	0,38	57,5	1,96	71,9	2,44	7,5	0,28	66,3	2,84	C
6	Prep. de couro e fabr. de arts. de couro e calçados	17,0	0,38	44,1	0,68	3,9	0,25	67,1	2,28	9,4	0,32	11,2	0,42	9,6	0,41	C
	Indústria de transformação	44,7	1,00	64,9	1,00	15,5	1,00	29,4	1,00	29,4	1,00	26,7	1,00	23,3	1,00	

Fonte: IBGE, PINTEC 2008, (elaboração própria)

Legenda: IT - Indústria de transformação

Nota: Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa 6.

2.3.7 TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS

Por trajetória tecnológica entende-se a direção assumida pelo desenvolvimento tecnológico, o padrão do progresso técnico cujos limites são determinados pelo contexto concorrencial, organizacional e tecnológico no qual as firmas estão inseridas. Em síntese, a trajetória é definida pelas motivações e impactos das inovações e resulta das possibilidades tecno-científicas disponíveis para as firmas e da capacidade de apropriação dos benefícios gerados pela inovação (Klevorick et al, 1995 e Nelson e Winter, 1982).

A PINTEC considera 11 possíveis impactos reunidos em 4 grupos distintos, quais sejam: impactos associados ao produto (melhorar a qualidade ou ampliar a gama de produtos ofertados), ao mercado (manter ou ampliar a participação da empresa no mercado, abrir novos mercados), ao processo (aumentar a flexibilidade ou a capacidade produtiva, reduzir custos), aos aspectos relacionados ao meio ambiente, à saúde e segurança, e ao enquadramento em regulamentações e normas.

A tabela 2.14 apresenta a avaliação estatística dos indicadores de foco da trajetória tecnológica. Os indicadores mais relevantes para a composição dos clusters foram os de 'Manutenção da participação de mercado', 'Qualidade dos produtos', 'Aumento da participação de mercado' e 'Abertura de novos mercados'. Todos com R-quadrado superior a 74% e com forte concentração nos focos de mercado. O R-quadrado geral é de aproximadamente 60% o que confere apenas razoável aceitação estatística para os clusters propostos.

Tabela 2.14. Análise de Variância (ANOVA): Trajetória tecnológica

Indicadores	Cluster		Error		F	Sig.	SQC	SQE	SQT	R2
	Mean square	df	Mean square	df						
TRAJMQP	327,5799	4	23,4048	17	13,9963	0,0000	1.310,32	397,88	1.708,20	0,7671
TRAJAGPO	261,0759	4	48,9965	17	5,3285	0,0057	1.044,30	832,94	1.877,24	0,5563
TRAJMPEM	368,8863	4	22,5117	17	16,3864	0,0000	1.475,55	382,70	1.858,24	0,7941
TRAJAPEM	406,9718	4	31,8908	17	12,7614	0,0001	1.627,89	542,14	2.170,03	0,7502
TRAJANM	517,9115	4	41,3971	17	12,5108	0,0001	2.071,65	703,75	2.775,40	0,7464
TRAJACP	202,4962	4	72,2125	17	2,8042	0,0590	809,98	1.227,61	2.037,60	0,3975
TRAJAFLEX	383,4710	4	32,6311	17	11,7517	0,0001	1.533,88	554,73	2.088,61	0,7344
TRAJCUSTO	280,2907	4	30,8310	17	9,0912	0,0004	1.121,16	524,13	1.645,29	0,6814
TRAJRIAALSS	541,1803	4	104,6579	17	5,1709	0,0065	2.164,72	1.779,18	3.943,90	0,5489
TRAJENQ	270,4767	4	64,2154	17	4,2120	0,0150	1.081,91	1.091,66	2.173,57	0,4978
Geral							8.783,31	5.881,06	14.664,37	0,5990

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

Na tabela 2.15 é apresentado o resultado da análise de cluster para o foco da trajetória tecnológica dos diferentes setores da indústria de transformação nacional. Em primeiro lugar, chama a atenção o fato de, para a maioria dos setores, a 'manutenção de mercado' e a 'qualidade dos produtos' estarem entre os impactos mais relevantes. Do que resulta que estas são as trajetórias dominantes da indústria de transformação nacional.

Em segundo lugar, também chama a atenção que a proximidade entre os focos seja grande. O que faz com que, as diferenças entre os clusters sejam muito pequenas e explica a baixa significância dos indicadores de trajetória para explicar as diferenças intersetoriais, o que também foi verificado por Castro (2010).

Por fim, também é interessante salientar a importância da 'redução de impactos' para um número significativo de setores, importância esta que, em geral, é acompanhada pelo destaque simultâneo do foco em 'enquadramento às normas' e que pode ser explicado pelas preocupações ambientais na economia contemporânea e nos decorrentes instrumentos de controle impostos pela sociedade a determinados setores. Caso evidente de 'Fumo', 'Veículos', 'Coque, petróleo e biocombustíveis', 'Produtos de madeira' e 'Móveis'.

O setor de 'Coque, petróleo e biocombustíveis' é o *outlier* da análise de trajetória, o que decorre, em primeiro lugar, de suas trajetórias dominantes concentrarem-se em processo e, em segundo lugar, de ser este o setor que atribui a maior relevância da

indústria nacional ao foco de 'Redução de custos'. Outra conduta diferenciada do setor é a elevada relevância atribuída ao foco de 'Redução de impactos'. No tocante aos focos associados ao produto e ao mercado, 'Coque, petróleo e biocombustíveis' situa-se abaixo da média nacional.

Formado por 'Outros equipamentos de transporte', 'Produtos de madeira', 'Manutenção' e 'Couros e calçados', o cluster 2 congrega os setores para os quais há uma ligeira proeminência do foco de 'Redução de impactos ambientais, de saúde e segurança' sobre os objetivos de 'ampliação da qualidade dos produtos', 'ampliação do mercado' e 'aumento da capacidade produtiva'. Exceto pelos indicadores de 'Redução de impactos', sob todos os outros aspectos o cluster encontra-se abaixo da média da indústria de transformação. O setor de 'Manutenção' merece destaque em função da marcante presença dos focos de 'aumento da capacidade produtiva' e 'redução de impactos'.

O cluster 3 é constituído por 'Têxteis', 'Produtos de metal', 'Produtos de borracha e plástico', 'Alimentos e bebidas', 'Confecção', 'Celulose e papel', 'Máquinas e materiais elétricos' e 'Informática, eletrônicos e ópticos', setores de baixa (os seis primeiros), média-alta e alta tecnologia (os dois últimos) e para os quais a trajetória tecnológica é dominada por 'manutenção de mercado' e 'aumento da qualidade dos produtos' que apresentam pequena vantagem sobre as demais.

No geral, predominam no cluster 3 as trajetórias orientadas por mercado e produto e, particularmente, nos setores de 'Informática' e 'Máquinas e materiais elétricos' há um domínio do foco em 'qualidade dos produtos', resultado que é semelhante ao identificado por Campos (2005). No entanto, assim como os outros componentes do cluster, a relevância dos diferentes focos situa-se abaixo da média nacional.

Com relação aos indicadores de estrutura e desempenho, predomina no cluster 3 o agrupamento 'D' cuja concentração, tamanho e produtividade são médias e a propensão exportadora é alta.

No cluster 4 estão os setores de 'Fumo', 'Produtos de minerais não metálicos', 'Móveis e indústrias diversas', 'Químicos' e 'Veículos', setores de baixa (os três primeiros) e média-alta tecnologia (os dois últimos) e cuja trajetória tecnológica também é dominada por 'manutenção de mercado' e 'qualidade de produtos'. No

entanto, o que merece destaque no cluster é a ascendência dos focos de 'Redução de impactos ambientais, de saúde e segurança' 'Redução de custos' e 'Enquadramento às normas'. Compõem o agrupamento os setores para os quais tais orientações têm maior proeminência na indústria nacional. Especificamente, no caso do setor de 'Fumo' a 'Redução de impactos' define a trajetória tecnológica setorial.

O cluster 5 é formado por 'Metalurgia básica', 'Farmoquímicos e farmacêuticos', 'Máquinas e equipamentos' e 'Impressão', setores que se aglutinam por identificarem significativa relevância em praticamente todas as alternativas de trajetória com maior destaque para os focos de processo ('Flexibilidade' e 'capacidade produtiva') e mercado ('abertura de novos mercados', 'ampliação e manutenção da participação no mercado').

Finalmente, é interessante destacar que, exceto no terceiro cluster, as características de estrutura e desempenho são difusas nos clusters formados pela trajetória tecnológica. O que dificulta o estabelecimento de um perfil dominante para os mesmos.

Tabela 2.15. Análise de cluster 6: trajetórias tecnológicas.

Cluster	Setores	Produto				Mercado						Processo						Redução de impactos e enquadramento				Cluster I
		Qualidade dos produtos		Ampliação da gama de produtos		Manutenção da part. do mercado		Ampliação da part. no mercado		Abertura de novos mercados		Aumento capacidade produtiva		Flex. de produção		Redução de custos		Ambientais, de saúde ou segurança		Regulações e normas		
		%	IT*=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	%	IT=1	
1	Coque, petróleo e biocombustíveis	73,5	0,98	51,5	0,84	68,0	0,90	56,6	0,85	38,8	0,67	69,3	1,05	75,9	1,16	68,4	1,43	72,6	1,13	47,8	1,09	B
2	Outros eqüips. de transporte	58,4	0,78	45,4	0,74	58,4	0,77	52,4	0,78	34,1	0,59	51,0	0,77	46,8	0,72	36,2	0,76	53,4	0,83	34,8	0,79	A
	Fabr. de produtos de madeira	61,3	0,81	47,2	0,77	55,2	0,73	50,6	0,76	40,7	0,70	53,8	0,81	46,8	0,72	35,5	0,74	77,7	1,21	37,7	0,86	C
	Manutenção	67,6	0,90	54,3	0,89	68,6	0,91	49,2	0,74	40,4	0,70	78,3	1,18	63,2	0,97	38,5	0,80	84,3	1,31	39,1	0,89	C
	Couros e calçados	58,0	0,77	54,1	0,88	58,6	0,78	55,2	0,83	51,9	0,90	52,4	0,79	49,0	0,75	34,3	0,72	53,8	0,84	31,4	0,71	D
	Média cluster	61,3	0,81	50,3	0,82	60,2	0,80	51,8	0,78	41,8	0,72	58,9	0,89	51,4	0,79	36,1	0,75	67,3	1,05	35,7	0,81	D
3	Fabr. de produtos têxteis	68,8	0,91	65,5	1,07	73,3	0,97	64,0	0,96	60,9	1,05	63,5	0,96	64,0	0,98	50,8	1,06	41,5	0,65	27,9	0,63	C
	Fabr. de produtos de metal	74,9	1,00	60,8	0,99	77,9	1,03	71,9	1,07	58,0	1,00	74,1	1,12	68,5	1,05	57,8	1,21	61,5	0,96	42,0	0,95	C
	Prods. de borracha e de mat. plástico	76,1	1,01	69,1	1,13	83,2	1,10	73,3	1,10	66,4	1,15	67,6	1,02	68,6	1,05	52,9	1,10	60,1	0,93	41,9	0,95	C
	Alimentos e bebidas	73,6	0,98	64,3	1,05	76,3	1,01	73,6	1,10	59,5	1,03	71,0	1,07	70,6	1,08	54,6	1,14	62,2	0,97	47,5	1,08	D
	Confecção	69,0	0,92	55,2	0,90	70,0	0,93	59,9	0,90	46,5	0,80	64,7	0,98	69,1	1,06	41,3	0,86	40,6	0,63	28,9	0,66	C
	Celulose e papel	68,7	0,91	52,4	0,86	75,3	1,00	69,9	1,05	68,1	1,18	60,2	0,91	58,9	0,90	35,2	0,73	55,1	0,86	30,5	0,69	D
	Informática, eletrônicos e ópticos	84,0	1,12	69,2	1,12	79,9	1,05	69,3	1,01	62,9	1,07	61,4	0,90	59,8	0,89	46,2	0,95	46,5	0,77	46,8	1,11	D
	Máquinas e materiais elétricos	79,0	1,05	65,5	1,07	72,2	0,96	64,2	0,96	57,7	1,00	57,3	0,87	58,4	0,89	43,4	0,91	50,3	0,78	44,0	1,00	D
	Média cluster	74,3	0,98	62,8	1,02	76,0	1,01	68,3	1,02	60,0	1,04	65,0	0,98	64,7	0,99	48,4	1,01	52,2	0,82	38,7	0,89	
4	Fabr. de produtos do fumo	81,7	1,09	60,7	0,99	87,8	1,16	60,7	0,91	55,9	0,97	48,6	0,73	62,2	0,95	60,0	1,25	89,1	1,39	60,0	1,36	A
	Prod. de minerais não metálicos	77,7	1,03	45,8	0,75	79,9	1,06	64,2	0,96	57,3	0,99	66,0	1,00	64,3	0,98	48,5	1,01	74,5	1,16	49,1	1,12	C
	Móveis e indústrias diversas	87,1	1,16	70,7	1,15	83,7	1,11	74,5	1,11	63,2	1,09	68,7	1,04	69,9	1,07	54,5	1,14	77,1	1,20	41,1	0,93	C
	Químicos	74,9	1,00	69,4	1,13	79,7	1,06	76,9	1,15	68,9	1,19	63,8	0,96	63,5	0,97	52,0	1,08	73,8	1,15	57,7	1,31	B
	Veículos	80,4	1,07	60,3	0,98	76,7	1,02	68,7	1,03	60,6	1,05	72,1	1,09	66,3	1,01	51,5	1,07	72,9	1,13	51,4	1,17	D
	Média cluster	80,4	1,07	61,4	1,00	81,6	1,08	69,0	1,03	61,2	1,06	63,8	0,96	65,2	1,00	53,3	1,11	77,5	1,21	51,9	1,18	
5	Metalurgia básica	81,1	1,08	67,3	1,10	76,8	1,02	72,9	1,09	66,7	1,15	80,1	1,21	78,6	1,20	45,3	0,95	67,8	1,06	41,1	0,93	A
	Farmoquímicos e farmacêuticos	82,9	1,10	80,5	1,31	87,5	1,16	81,7	1,22	66,5	1,15	68,9	1,04	72,0	1,10	45,3	0,94	80,0	1,25	67,1	1,52	B
	Máquinas e equipamentos	87,1	1,16	68,9	1,12	84,1	1,11	73,0	1,09	67,0	1,16	75,9	1,15	73,7	1,13	50,9	1,06	58,5	0,91	48,5	1,10	C
	Impressão	89,5	1,19	70,6	1,15	88,0	1,16	88,1	1,32	79,6	1,38	86,7	1,31	87,8	1,34	51,7	1,08	60,5	0,94	51,6	1,17	C
	Média cluster	85,1	1,13	71,8	1,17	84,1	1,11	78,9	1,18	69,9	1,21	77,9	1,18	78,0	1,19	48,3	1,01	66,7	1,04	52,1	1,18	
Indústria de transformação		75,2	1,0	61,3	1,0	75,5	1,0	66,9	1,0	57,8	1,0	66,2	1,0	65,3	1,0	48,0	1,0	64,3	1,0	44,0	1,0	

Fonte: IBGE, PINTEC 2008, (elaboração própria)

Legenda: IT - Indústria de transformação

Nota: Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa 7.

2.4 PADRÕES SETORIAIS DE INOVAÇÃO

Partindo das aglomerações propostas nas seções anteriores, a presente seção busca avaliar a aderência da taxonomia de Pavitt (1984) e de proposições elementares da EENS (características econômicas e interatividade) no comportamento inovativo da indústria de transformação brasileira. Para tanto, foram destacadas, dos perfis traçados anteriormente, as variáveis distintivas dos 4 tipos propostos por Keith Pavitt e adicionou-se outro conjunto de variáveis que se acredita sejam relevantes na determinação das condutas setoriais.

Em primeiro lugar, a tipologia pavittiana é construída a partir das diferenças intersetoriais no que diz respeito ao tamanho relativo das firmas, das fontes de informação e inovação por elas utilizadas, do tipo predominante de inovações implementadas e dos esforços inovativos empregados. O que resulta em 4 categorias setoriais distintas, quais sejam, 'Dominados por fornecedores', 'Intensivos em escala', 'Fornecedores especializados' e 'Baseados em ciência'.

Resumidamente, os setores 'Dominados por fornecedores' são compostos por firmas de pequeno porte, nas quais as inovações decorrem das mudanças introduzidas por fornecedores e, conseqüentemente, os esforços inovativos internos são reduzidos e concentrados em processo. Os 'Intensivos em escala' são constituídos por firmas grandes nas quais predominam as inovações de processo e cujas fontes de inovação são os fornecedores e as atividades internas de P&D. Os 'Fornecedores especializados' distinguem-se pelo pequeno porte das firmas e pela elevada presença dos clientes como fonte das inovações que são também complementadas pelas fontes internas e concentram-se em produto. Por fim, os setores 'Baseados em ciência' são formados por empresas grandes, com elevados esforços inovativos internos e resultados equivalentes em produto e processo.

Em segundo lugar, a taxonomia pavittiana foi complementada por duas outras variáveis, concernentes com os princípios da EENS, quais sejam: o grau de interatividade e o desempenho exportador das firmas. Adicionalmente, utilizou-se como parâmetro qualitativo de diferenciação das fontes de informação utilizadas a avaliação relativa às universidades.

Portanto, a formação dos agrupamentos propostos decorre da proximidade entre os setores no tocante ao conjunto de variáveis definidas por Keith Pavitt e aquelas oriundas dos fundamentos da EENS.

A tabela 2.16 sintetiza o resultado do esforço de padronização setorial do comportamento inovador da indústria nacional. Inicialmente, sobressai a significativa convergência dos distintos setores da indústria nacional à taxonomia pavittiana e às proposições da EENS. Com apenas duas exceções, 'Produtos de minerais não metálicos' e 'Produtos de metal', os demais setores, em virtude de suas afinidades de conduta e estrutura econômica, convergiram para os agrupamentos estabelecidos pelas proposições teóricas.

A análise do conjunto da indústria nacional revela a estreita relação entre interatividade, relevância atribuída à infraestrutura tecnológica e o grau de inovatividade. Com apenas três exceções, 'Máquinas, aparelhos e materiais elétricos' (setor em que a interatividade é baixa, mas a inovatividade e a relevância são altas), 'Celulose' e 'Produtos de madeira' (a interatividade é média-alta e inovatividade e relevância são baixas), nos demais interatividade e inovatividade são confluentes confirmando o que confirma da ECLAC (2008), segundo os quais, no Brasil, 94,5% das empresas que participam de redes cooperativas são empresas inovadoras, ao mesmo tempo, entre as empresas não interativas a taxa de inovação cai para 40,2%.

Na 'Metalurgia básica' há convergência entre inovatividade e interatividade, ambas são baixas. No entanto, é alta a relevância atribuída às universidades.

Na segunda coluna da tabela 2.16 pode ser verificado o posicionamento dos respectivos setores nas análises empreendidas em seções anteriores. Nela observa-se que a composição dos clusters foi um instrumento robusto na definição dos padrões setoriais, em que pese o fato dos setores não manterem um

comportamento harmônico e, conseqüentemente, não estarem posicionados sempre numa mesma combinação face às variáveis de análise selecionadas.

Os 3 últimos agrupamentos ‘Fornecedores especializados’, ‘Baseados em ciência’ e ‘Intensivos em escala’ e congregam os setores que apresentam as maiores interatividade, relevância atribuída à infraestrutura tecnológica (universidades) e presença de P&D interna, o que os aproxima e explica a quase unânime presença da pesquisa e da interação como formas de aprendizado.

A categoria ‘Dominados por fornecedores’ é constituída por ‘Produtos de minerais não metálicos’, ‘Confecção’, ‘Impressão’, ‘Produtos de madeira’, ‘Têxteis’, ‘Produtos de metal’, ‘Móveis e indústrias diversas’, ‘Manutenção’ e ‘Produtos de borracha e plástico’. Apesar de o grupo ser grande, há uma significativa homogeneidade entre os seus componentes no tocante ao tamanho, taxa de inovatividade, esforços e resultados inovativos e propensão exportadora que variam entre média e baixa. Por outro lado, é elevada a presença dos fornecedores como fonte de informação e a proporção dos gastos inovativos em ‘Máquinas e equipamentos’, conseqüentemente, é baixa a autonomia tecnológica. O que é outra característica distintiva do grupo.

A convergência de ‘Couro e calçados’ para o grupo de ‘Dominados por fornecedores’ decorre de seus baixos esforços inovativos, interatividade e inovatividade e é compatível com o que foi verificado em análises internacionais (Pavitt, 1984 e Archibugi et al, 1991) e nacionais (Campos, 2005 e Castro, 2010). No entanto, sua elevada propensão exportadora e autonomia tecnológica destoam do restante do grupo e divergem da proposição da EENS acerca da convergência entre desempenho exportador, interatividade e esforços inovativos, bem como do predomínio absoluto dos gastos em ‘Maquinas e equipamentos’. Como pode ser verificada na tabela 2.11, no período 2006-2008, a maior parcela (31,7%) dos gastos inovativos do setor de ‘Couros e Calçados’ foi destinada a ‘Máquinas e equipamentos’. No entanto, os elevados dispêndios relativos com ‘Projeto industrial e preparação técnica’ (27,3%) e ‘Marketing’ (15,3%) acabaram por determinar a autonomia tecnológica do setor. Vale destacar que os gastos relativos de ‘Couro e calçados’ com ‘Projeto industrial’ é o mais alto da indústria nacional.

'Fornecedores especializados' é composto por 'Outros equipamentos de transportes' e 'Máquinas e equipamentos' e caracterizado pelo pequeno ou porte das empresas, significativa presença de P&D interna, estreito relacionamento com clientes e fornecedores e o foco das atividades inovativas na ampliação de desempenho de seus produtos. A classificação dos 2 setores que compõem os 'Fornecedores especializados' é coincidente com a realizada por Campos (2005) e com a taxonomia. E, apesar do grande porte identificado no setor de 'Outros equipamentos de transportes' é necessário ressaltar, mais uma vez, a presença da indústria aeroespacial no setor o que acaba por distorcer alguns indicadores setoriais.

É importante destacar que este é o aglomerado com as mais elevadas taxas de intensidade de esforços tecnológicos e interatividade o que explica a presença do aprendizado por interação.

O terceiro agrupamento é 'Baseados em ciência', categoria composta por 'Químicos', 'Farmoquímicos e Farmacêuticos', 'Informática, eletrônicos e ópticos' e 'Máquinas, aparelhos e materiais elétricos'. As características distintivas do grupo são a elevada performance dos indicadores de esforços e resultados inovativos e a combinação das diferentes fontes de inovação e formas de aprendizado. Sua composição e propriedades identificadas estão em consonância com o esperado pela taxonomia e os resultados apontados em outras pesquisas nacionais (Castro, 2010; Campos, 2005 e Zucoloto, 2004) e internacionais (Pavitt, 1984; Archibugi; Cesaratto; Sirilli (1991) e Malerba, 1992).

A sincronia dos elementos da categoria 'Baseados em ciência' entre si e com as proposições teóricas faz deste grupo o mais homogêneo, nos termos da padronização setorial de inovação aqui proposta, entre todos identificados no presente trabalho.

A presença de 'Máquinas e equipamentos' e 'Software' entre os gastos inovativos é reduzida. Em contrapartida, os dispêndios com recursos extramuros concentram-se na obtenção de conhecimento tanto na forma de 'P&D externa' quanto de 'Outros conhecimentos externos'.

O foco das atividades inovativas está, fundamentalmente, em 'Produtos' e 'Mercados', mas para os setores 'Químico' e 'Farmoquímico e farmacêuticos' a

trajetória também é determinada pela necessidade de 'Enquadramento' às normas e regulamentos e 'Redução de impactos' ambientais, à saúde e segurança do trabalho. O que é compatível com a pesada regulação que incide sobre o setor e está em consonância com os resultados da análise empreendida por Campos (2005) e Castro (2010).

O processo de aprendizagem e inovação tem origem interna nas atividades de pesquisa (P&D interna) que são complementadas pelas interações e aquisições de 'P&D externa' e 'Outros conhecimentos' são, portanto, setores intensivos em P&D.

Quanto ao perfil econômico, o agrupamento é composto, em igual proporção, por setores caracterizados pelo médio ou grande porte (em conformidade com a taxonomia pavittiana), elevada ou média concentração, produtividade média ou muito alta e propensão exportadora baixa. A elevada correlação entre produtividade, concentração e taxa de inovatividade, bem como a baixa correlação entre inovatividade e propensão exportadora foram também constatadas por Gonçalves; Lemos; De Negri (2007) em análise do padrão estrutural das empresas inovadoras nacionais.

No entanto, é interessante destacar que nos setores intensivos em P&D a distância entre os esforços realizados pelas empresas nacionais e internacionais é extremamente elevada. Segundo a análise de Zucoloto (2004) para o período de 1998-2000, os esforços médios em atividades internas de P&D nos países da OCDE eram 4,33% do valor da produção industrial enquanto no Brasil estes eram de 1,33%⁴⁸. Especificamente em 'Químicos' e 'Farmoquímicos e Farmacêuticos' as diferenças chegavam a 5,7 e 10,8 vezes respectivamente. Some-se a isto o fato destes setores contarem com a infraestrutura científica mais robusta e SNI's maduros dos países desenvolvidos e é razoável supor que o esforço tecnológico das empresas brasileiras, apesar de elevado para os parâmetros locais, é insuficiente para eliminar o hiato tecnológico destes setores e, conseqüentemente, para garantir-lhes um desempenho exportador superior.

⁴⁸ Apesar dos indicadores de gastos em atividades internas de P&D não terem sido apontados no presente trabalho, não houve alteração significativa do comportamento dos setores 'Químicos' e 'Farmacêuticos e Farmoquímicos' no período 2006-2008, segundo os dados da PINTEC 2008.

Por sua vez, nos setores de baixa e média intensidade tecnológica a distância entre os investimentos realizados por empresas brasileiras e de países da OCDE é significativamente menor, no caso dos setores de 'Fumo' e 'Alimentos' a diferença é inferior a 0,07% do valor da produção industrial, em favor dos países da OCDE, e em setores como o de 'Petróleo' e 'Celulose' os investimentos médios das empresas nacionais suplantam o de empresas dos países da OCDE em mais de 0,07 e 0,48% respectivamente, conforme Zucoloto (2004). Em casos como estes o *gap* tecnológico é menor e as inovações podem ampliar a competitividade internacional do setor, bem como as exportações representarem um estímulo às inovações. O que explica a convergência dos indicadores de propensão exportadora e inovatividade no setor de 'Fumo' no presente estudo.

Tabela 2.16. Padrões Setoriais de Inovação na Indústria de Transformação Brasileira em 2008.

continua											
Setores	Clusters	Taxa de inovação		Esforços inovativos	Aprendizagem		Autonomia tecnológica	Fontes de inovação	Foco da trajetória tecnológica	Classif. Pavitt/Dosi	
		Efetiva	Radical	Intensidade / Interatividade	Infraestrutura tecnológica	Formas de aprendizagem					
Dominados por fornecedores	Produtos de minerais não metálicos	C/2/1/1/2/1/4	B	B	Mb/B	Mb	Usando	Baixa	Soft.; Trein.; Maq. & Equip.	RI; Enq.	IeE
	Confecção	C/2/1/1/2/3/3	B	B	B/B	Mb	Usando, Imitando	Baixa	Soft.; Mark.; Maq. & Equip.	Difuso	DpF
	Impressão e reprodução de gravações	C/2/1/3/1/2/5	B	B	A/B	B	Usando e através de transbordamentos	Baixa	Soft.; Conh. ext.;	Difusa e sem destaques	DpF
	Produtos de madeira	C/2/2/1/1/1/2	B	B	Ma/Ma	B	Usando, Imitando e interagindo	Baixa	Maq. & Equip..	RI;	DpF
	Têxteis	C/2/2/1/1/2/3	Mb	B	Mb/B	B	Imitando, Fazendo e usando	Baixa	Trein.; Maq. & Equip.	Produto; Processo	DpF
	Produtos de metal	C/2/2/3/2/2/3	Mb	B	Ma/B	B	Usando e fazendo	Baixa	Maq. & Equip.; Proj. indl.;	Processo	IeE
	Móveis e indústrias diversas	C/2/2/3/2/2/4	Mb	B	Ma/Mb	Ma	Fazendo, usando e através de transbordamentos	Baixa	Soft.; Trein.; Mark.;	Todos	DpF
	Manutenção, rep. e instalação	C/2/2/2/2/5/2	Mb	B	B/Mb	Mb	Fazendo, usando e através de transbordamentos	Média-baixa	Trein.; Conh. ext.;	RI; Processo	-
	Prod. de borracha e plástico	C/2/2/3/2/4/3	Ma	Mb	Ma/Ma	Mb	Fazendo, pesquisando	Média-baixa	Conh. ext.; Trein.;	Mercado; Produto	DpF
	Couro e calçados	D/1/1/1/3/6/2	B	B	Mb/B	B	Fazendo e usando	Alta	Mark.; Proj. indl.; Soft.;	Difusa e sem destaques	DpF
Fornecedores especializados	Outros equipamentos de transporte	A/1/3/4/3/4/2	A	A	A/A	Ma	Interagindo, fazendo e pesquisando	Alta	Mark.; P&D int.; Proj. indl.;	Difusa e sem destaques	BC/FE
	Máquinas e equipamentos	C/2/3/5/2/4/5	Ma	B	Ma/Ma	Ma	Usando, pesquisando e interagindo	Baixa	Maq. & Equip.;	Todos	FE

Tabela 2.16. Padrões Setoriais de Inovação na Indústria de Transformação Brasileira em 2008.

											conclusão
Setores	Clusters	Taxa de inovação		Esforços inovativos	Aprendizagem		Autonomia tecnológica	Principais fontes de inovação	Foco da trajetória tecnológica	Classif. Pavitt/Dosi	
		Efetiva	Radical	Intensidade / Interatividade	Infraestrutura tecnológica	Formas de aprendizagem					
Baseados em ciência	Químicos	B/3/3/5/2/1/4	Ma	Ma	Mb/Mb	A	Pesquisando, fazendo e interagindo	Média-alta	Conh. Ext.; P&D int.	Enq.; RI; Mercado	BC
	Farmoquímicos e farmacêuticos	B/4/3/5/3/3/5	A	A	A/A	A	Pesquisando, imitando, fazendo e interagindo	Alta	P&D ext.; P&D int.;	Enq.; RI; Produto	BC
	Equips. de informática, eletrônicos e ópticos	D/3/3/5/3/3/3	A	Mb	A/A	A	Pesquisando, fazendo e interagindo	Alta	P&D ext.; Mark.; P&D int.;	Produto	BC/FE
	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	D/3/3/5/3/3/3	A	A	Mb/B	Ma	Pesquisando, fazendo e interagindo	Alta	Trein.; P&D int.; Marketing	Produto	BC
Intensivos em escala	Fabr. produtos do fumo	A/3/4/6/3/4/4	A	A	B/A	A	Pesquisando, fazendo e interagindo	Alta	P&D int.; Proj. indl.;	Enq.; RI; Mercado; Processo (Custos)	leE
	Metalurgia básica	A/2/2/3/1/4/5	Mb	B	Mb/B	A	Usando e fazendo	Baixa	Maq. & Equip.; Proj. indl.; Trein.;	Difusa e sem destaques	leE
	Coque, petróleo e biocombustíveis	B/3/2/4/4/1/1	Mb	Ma	B/Mb	A	Pesquisando, fazendo e interagindo	Alta	P&D ext.; P&D int.;	Processo	leE
	Celulose, papel e produtos de papel	D/1/2/2/1/2/3	B	B	B/Ma	B	Fazendo, usando e interagindo	Baixa	Maq. & Equip.; Soft.;	Mercado;	leE
	Veículos automotivos, reboques e carrocerias	D/2/3/3/3/4/4	A	B	A/Ma	Ma	Usando, fazendo, pesquisando e interagindo	Alta	Conh. ext.; P&D int. e ext.; Proj. Indl.;	Enq.; RI; Processo	leE
	Alimentos e bebidas	D/2/2/3/1/2/3	Mb	B	B/Mb	A	Imitando, usando e interagindo	Baixa	Maq. & Equip.; Trein.;	Processo; Mercado	leE

Elaboração própria.

Nota: A intensidade tecnológica foi definida segundo a média de gastos da indústria de transformação nacional.

Legenda: A: Alta; B: Baixa; Ma: Média-alta; Mb: Média-baixa; Enq.: Enquadramento em normas e regulamentos; RI: Redução de Impactos; P&D int. e ext.: P&D interna e externa; Mark.: Marketing; Soft.: Software; Maq. & Equip.: Máquinas e equipamentos; Conh. Ext.: Conhecimento externo; Proj. indl.: Projeto industrial; Trein.: Treinamento; BC: Baseados em Ciência; FE: Fornecedores Especializados; leE: Intensivos em Escala; DpF: Dominados por Fornecedores.

A categoria de 'Intensivos em escala' congrega os setores que, segundo Pavitt (1984), são fabricantes de produtos padronizados e bens duráveis de consumo, caracterizados pela presença de grandes empresas, predomínio das inovações de processo com objetivo na redução de custos e desenvolvimento próprio de novas tecnologias através de atividades internas de P&D e engenharias de processo e produção. Características que aglutinam 'Fumo', 'Metalurgia básica', 'Coque, petróleo e biocombustíveis', 'Celulose e Papel' 'Veículos' e 'Alimentos e bebidas' no quarto agrupamento da análise em curso.

A comparação dos agrupamentos 1 e 4 revela que a diferença entre estes é estabelecida pela intensidade dos esforços inovativos e pela substituição do foco em produto (grupo 1) pelo foco em processo (grupo 4). Adicionalmente, é maior no grupo 4 a presença de setores com maior propensão exportadora ('Fumo', 'Metalurgia básica', 'Veículos' e 'Alimentos e Bebidas'). Por outro lado, assim como no grupo 1, o grupo 4 não tem surpresas quanto à sua composição e comportamento e há uma expressiva relevância para os focos de 'Redução de impactos' e 'Enquadramento' o que, novamente decorre, dos controles públicos sobre emissão de poluentes, no caso de 'Veículos' e tabagismo, no caso de 'Fumo'.

A convergência dos setores posicionados na categoria de 'Intensivos em escala' foi estabelecida, fundamentalmente, pela proximidade das fontes de inovação, formas de aprendizado, trajetórias tecnológicas, interatividade e resultados inovativos e resultou no agrupamento, sob todos os aspectos, mais heterogêneo da presente análise. Particularmente, nos casos da 'Celulose', 'Metalurgia básica' e 'Alimentos e Bebidas' é significativo o número de contatos entre si, ao mesmo tempo em que é pequeno o número de contatos com os outros componentes do agrupamento. O mesmo acontece com 'Couro e calçados' no grupo 'Dominados por Fornecedores'. Estes cinco setores têm em comum a baixa densidade tecnológica e a elevada propensão exportadora e merecem, em função da reduzida afinidade com os demais componentes de seus respectivos agrupamentos, algumas considerações.

2.4.1 DESEMPENHO DOS SETORES DE BAIXA DENSIDADE TECNOLÓGICA E ELEVADA PROPENSÃO EXPORTADORA NA PINTEC

Há, entre ‘Fumo’, ‘Couro’, ‘Celulose’, ‘Alimentos e bebidas’ e ‘Metalurgia básica’ convergências de indicadores entre si e, simultaneamente, divergência de indicadores com os demais componentes de suas respectivas categorias. A tênue agregação destes cinco às categorias assumidas pela taxonomia pavittiana é decorrente da conjunção de características inovativas peculiares, extraídas da PINTEC e de indicadores de estrutura e desempenho, que acabam enfraquecendo o enquadramento nas categorias assumidas. Nos demais casos, constata-se uma significativa aderência à taxonomia pavittiana e às proposições da EENS.

Os setores que apresentam reduzida vinculação às suas respectivas categorias têm em comum, além da assimetria com os demais componentes de seus respectivos agrupamentos, decorrente do comportamento inovativo pouco ajustado aos preceitos teóricos, a baixa densidade tecnológica, o desempenho exportador que varia de alto a muito alto, a elevada concentração econômica, o pequeno esforço inovativo, a baixa inovatividade, a reduzida interatividade (‘Metalurgia’, ‘Alimentos e bebidas’ e ‘Couros’), a baixa autonomia tecnológica (‘Metalurgia’, ‘Celulose’ e ‘Alimentos e bebidas’) e a dispersão da trajetória tecnológica (‘Metalurgia’, ‘Couros’ e ‘Alimentos e bebidas’). Adicionalmente, as simetrias entre estes setores refutam a hipótese de correlação positiva entre intensidade exportadora e inovatividade (Som; Dreher; Maloca, 2010; Laursen, 2008; Zucoloto e Toneto Júnior, 2005; Kannebley; Porto; Pazzelo, 2003; Van Dijk, 2002 e Freeman, 1982).

Diferentemente, a indústria do ‘Fumo’ apresenta elevado desempenho exportador e inovativo apesar de ser também um setor de baixa densidade tecnológica. A tabela 2.17 sintetiza algumas características estruturais e inovativas destas 5 indústrias. Como pode ser verificado, no tocante aos indicadores de estrutura e desempenho, ‘Fumo’ diferencia-se dos demais setores exportadores de baixa densidade tecnológica em função da propensão exportadora muito superior (mais de 40% da receita é oriunda das exportações), da concentração econômica muito elevada e do

número muito pequeno de empresas em atuação. Do ponto de vista tecnológico a atuação e resultados do setor tabagista são também muito superiores e, para alguns indicadores, semelhante àqueles de alta densidade tecnológica, o que foi destacado nas análises anteriores.

Somado à elevada concentração, o número pequeno de empresas no setor de 'Fumo' permite extrair um retrato mais fiel do comportamento setorial. No caso dos demais setores, particularmente, na 'Metalurgia básica' em função de ser este o setor de segunda maior concentração econômica e elevada dispersão intrasetorial, como poderá ser verificado em análises subsequentes, o elevado número de empresas com pequena relevância econômica termina por mascarar o padrão e os resultados inovativos do grupo de empresas que determinam o comportamento de busca e a trajetória tecnológica e econômica do setor.

Tabela 2.17. Estrutura e perfil inovativo dos setores de baixa densidade tecnológica e elevada performance exportadora.

Setores	Número de empresas	Pessoal ocupado nas 12 maiores empresas	Exportações % da receita líquida	Taxa de inovação / Inovações efetivas	Densidade tecnológica / Interatividade	Importância da infraestrutura tecnológica	Autonomia tecnológica
Fumo	62	83,1	45,6	26,5/12,2	B/A	A	A
Metalurgia básica	1.675	32,3	27,1	39,5/7,0	Mb/B	A	B
Alimentos e bebidas	12.613	27,5	19,3	38,0/6,8	B/Mb	A	B
Couros	5.111	23,9	30,1	36,8/1,5	Mb/B	B	A
Celulose	2.138	17,4	21,7	35,2/4,6	B/Ma	B	B

Elaboração própria.

Nota: A densidade tecnológica foi definida segundo a média de gastos da indústria de transformação nacional.

Legenda: A: Alta; B: Baixa; Mb: Média-baixa;

A dificuldade para obter um perfil fidedigno destes setores e um padrão inovativo mais linear pode ser atribuída às suas idiossincrasias estruturais tecnológicas e econômicas, aos imperativos concorrenciais do comércio internacional e aos limites da taxonomia para absorver diferenças intrasetoriais (Som; Dreher; Maloca, 2010; Laursen, 2008 e Archibugi, 2001).

Por estas razões, tentativas anteriores de identificação dos padrões setoriais da indústria brasileira já acusaram a relutância de ajuste destes setores à taxonomia

pavittiana. Em Campos (2005), (PINTEC 2000) 'Celulose' configura-se como 'Fornecedor especializado', 'Fumo' como 'Intensivo em escala' e 'Alimentos e bebidas' como 'Dominados por fornecedores', já em Castro (2010) (PINTEC 2005) 'Celulose' é classificado como 'Intensivo em escala', 'Fumo' não se ajusta a nenhuma categoria, 'Alimentos e bebidas' é também classificado como 'Dominados por fornecedores' o que difere da classificação proposta por Pavitt (1984), Dosi (1988) e Dosi; Pavitt; Soete (1990).

No caso da metalurgia, particularmente, no tocante ao foco da trajetória tecnológica o setor apresenta comportamento similar aos setores 'Máquinas e equipamentos' e 'Impressão' ('Fornecedor especializado' e 'Dominado por fornecedores', respectivamente)⁴⁹. Quanto aos resultados inovativos e esforços tecnológicos o setor está bastante próximo dos componentes de 'Dominados por fornecedores', no entanto, apesar da baixa interatividade geral, o setor apresenta alto volume de relações cooperativas com a infraestrutura tecnológica o que o assemelha aos 'Intensivos em P&D'. Somado a isto, a 'Metalurgia' também apresenta um perfil econômico que o distingue dos 'Dominados por fornecedores', especialmente quanto à sua muito alta propensão exportadora e concentração e tamanho médio.

Por outro lado, segundo a tipologia de Pavitt (1984) a 'Metalurgia básica' está adequadamente alinhada com os setores 'Intensivos em escala', no entanto, seu esforço e desempenho inovativo é inferior e sua trajetória destoa dos outros componentes deste agrupamento.

Além disto, dado que a 'Metalurgia básica' é um setor de elevada produtividade e competitividade internacional, é esperado que a mesma possua, conforme o referencial teórico e análises empíricas aqui apresentadas, uma conduta inovativa diferente da identificada e também que esteja no centro de um SSI mais robusto que aquele indicado pela sua baixa interatividade constatada nos dados da PINTEC.

⁴⁹ A ambiguidade de comportamento da 'Metalurgia básica', particularmente no tocante ao regime tecnológico, também foi identificada por Tamm; Reiljan; Seppo (2007) em avaliação do padrão setorial inovativo das indústrias da Estônia que resultou na classificação do setor como 'Intensivo em escala' e 'Dominado por fornecedores' simultaneamente.

E, considerando que em 2 das 6 análises de clusters realizadas para identificar os padrões inovativos da indústria de transformação o setor de 'Fumo' (componente do grupo A de 'Estrutura e desempenho') foi isolado, é razoável supor que o não alinhamento da 'Metalurgia básica' (também pertencente ao grupo A), assim como do 'Fumo', decorra da conjugação de heterogeneidade intrasetorial, peculiaridades das características econômicas e do perfil inovativo elaborado a partir dos dados setoriais da PINTEC.

No tocante à heterogeneidade intrasetorial, (Som; Dreher; Maloca, 2010) analisaram o comportamento de empresas alemãs que não têm atividade de P&D e identificaram em todos os setores, mesmo naqueles de alta densidade tecnológica, uma grande dispersão de padrões inovativos. Especificamente, na 'Metalurgia básica', 28,6% das empresas foram identificadas como 'Não inovadoras, produção intensiva', 24,1% são 'Desenvolvedoras de produtos para o consumidor', 20,5% 'Orientadas pelas demandas do cliente (especialistas em processo)', 14,3% 'Fornecedoras especializadas' e 12,5% são 'Desenvolvedoras de produtos intensivos em conhecimento'.

Neste sentido, é pertinente um olhar mais acurado sobre a 'Metalurgia básica' brasileira que permita eliminar as ambiguidades detectadas na construção do perfil tecnológico do setor, avaliar o quanto o seu comportamento inovativo é condizente com as proposições teóricas da EENS e analisar as características do SI no qual o setor está inserido.

Tendo em vista o exposto, o próximo capítulo é dedicado à identificação do perfil econômico do setor metalúrgico e de suas relações com a infraestrutura científica e tecnológica do país.

3 INDÚSTRIA METALÚRGICA BÁSICA E CURSOS DE ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA: VOCAÇÃO INTERATIVA

Um sistema setorial de inovação (SSI) é composto por um conjunto de empresas que comungam a produção de bens semelhantes juntamente com seus vínculos inovativos. Logo, o núcleo destes sistemas é a indústria em torno da qual gravitam, instituições e organizações, particularmente, aquelas da infraestrutura científica e tecnológica, com o fito de promover inovações.

Sob esta perspectiva, o elo vinculante entre as empresas do setor de Metalurgia Básica é ‘a conversão de minérios ferrosos e não ferrosos em produtos metalúrgicos’. Entenda-se que, a comunhão de uma matriz básica, neste caso, a conversão de minérios em produtos metalúrgicos’, não pressupõe uma homogeneidade perfeita, ou seja, a depender do nível de agregação, o sistema setorial comporta diferenças substanciais entre as indústrias que o compõem.

Neste sentido, o que se intitula como ‘metalurgia básica’ é um conjunto de indústrias que, comungam uma atividade produtiva, a ‘conversão de minérios em produtos metalúrgicos’, mas que, dadas as peculiaridades possíveis para este processo, seus insumos básicos e produto final, guardam dessemelhanças. Logo, tem-se como pressuposto, que a heterogeneidade dentro dos diferentes setores da economia é uma realidade, assim como são reais as diferenças de conduta intrafirmas.

Portanto, ao definir como objeto de pesquisa o SSI encabeçado pela metalurgia básica não está sendo desconsiderado o fato de que esta é composta por segmentos (produção de ferro-gusa e de ferroligas, siderurgia, fabricação de tubos – exceto em siderúrgicas, metalurgia de metais não ferrosos e fundição) que guardam diferenças entre si. Conquanto compartilhem características que possibilitam sua

aglutinação num conjunto único, apesar de diverso o que, diga-se de passagem, é intrínseco a qualquer nível de agregação econômica.

Some-se a isto o fato de a definição de SSI, conforme visto anteriormente, comportar diferentes limites institucionais, organizacionais e tecnológicos e faz-se necessário definir, em primeiro lugar, que o SSI aqui tratado é diversificado porque no seu núcleo está uma indústria que é composta de segmentos distintos de uma mesma atividade matriz: a 'transformação do minério de ferro em produtos metalúrgicos'.

Em segundo lugar, a abordagem de SSI adotada é restrita, pois busca entender o comportamento do sistema a partir, fundamentalmente, do comportamento de dois dos seus principais componentes, quais sejam, a indústria e a infraestrutura científica e tecnológica aqui representadas pelos cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais e os pesquisadores atuantes na área de Metalurgia e Materiais.

Tendo em vista as premissas assumidas, o objetivo do presente capítulo é identificar as especificidades dos principais atores do enfoque setorial dado a esta pesquisa, a indústria metalúrgica básica (IMB) e os cursos de engenharia de materiais e metalurgia (EMM).

A primeira seção é dedicada à configuração geral da IMB e sua representatividade no cenário econômico nacional. Tendo por ponto de partida as características intrínsecas dos bens produzidos e a análise dos dados da PIA e da SECEX, o retrato que se extrai da IMB é de uma indústria madura, de estrutura econômica fortemente concentrada, elevada orientação exportadora e relevante contribuição para a geração do produto interno bruto e o desempenho das exportações nacionais. Adicionalmente, a IMB também se destaca em função do elevado grau de interatividade com a infraestrutura científica e tecnológica do país.

A segunda seção discorre sobre os cursos de engenharia metalúrgica e de materiais, o perfil dos cursos e a distribuição espacial da oferta de vagas no território nacional. Em síntese, o perfil da EMM revela uma vocação diferenciada, na comparação com outros cursos, mesmo de outras áreas das Ciências Aplicadas, para o estabelecimento de relações com o sistema produtivo.

3.1 A INDÚSTRIA DE METALURGIA BÁSICA

Segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 2.0, a indústria de metalurgia básica (divisão 24) abrange as atividades produtivas destinadas à “conversão de minérios ferrosos e não ferrosos em produtos metalúrgicos por meios térmicos, eletrometalúrgicos ou não (fornos, convertedores, etc.), e outras técnicas metalúrgicas de processamento para obtenção de produtos intermediários do processamento de minérios metálicos, tais como gusa, aço líquido, alumina calcinada ou não, mates metalúrgicos de cobre e níquel, etc., a produção de metais em formas primárias ou semiacabados (lingotes, placas, tarugos, biletas, palanquilhas, etc.), a produção de laminados, relaminados, trefilados, retrefilados (chapas, bobinas, barras, perfis, trilhos, vergalhões, fio-máquina, etc.), a produção de canos e tubos, a produção de peças fundidas de metais ferrosos e não ferrosos e a produção de barras forjadas de aço (laminados longos)”, conforme descrição da CNAE 2.0.

As atividades desenvolvidas pelo setor (divisão segundo a taxonomia CNAE) são adensadas em 5 segmentos (grupos), quais sejam: produção de ferro-gusa e de ferroligas; siderurgia; fabricação de tubos – exceto em siderúrgicas –; metalurgia de metais não ferrosos; e fundição, ou, adotado um grau maior de especificação das atividades que resulta na definição do bem produzido, em 14 tipos de bens (classes na nomenclatura CNAE) expostos no quadro 3.11.

Quadro 3.11. Distribuição das atividades econômicas no setor de metalurgia básica.

Grupo	Atividade	Classe	Atividade
24.1	Produção de ferro-gusa e ferroliga	24.11.3 24.12.1	Produção de ferro-gusa Produção de ferroliga
24.2	Siderurgia	24.21.1 24.22.9 24.23.7 24.24.5	Produção de semiacabados de aço Produção de laminados planos de aço Produção de laminados longos de aço Produção de relaminados, trefilados e perfilados de aço
24.3	Produção de tubos de aço exceto tubos sem costura	24.31.8 24.39.3	Produção de tubos de aço com costura Produção de outros tubos de ferro e aço
24.4	Metalurgia de metais não ferrosos	24.41.5 24.42.3 24.43.1 24.49.1	Metalurgia do alumínio e suas ligas Metalurgia dos metais preciosos Metalurgia do cobre Metalurgia dos metais não ferrosos e suas ligas não especificadas anteriormente
24.5	Fundição	24.51.2 24.52.1	Fundição de ferro e aço Fundição de metais não ferrosos e suas ligas

Fonte: CNAE 2.0 - Classificação Nacional de Atividades Econômicas, versão 2.0

Ferroliga e ferro-gusa são insumos básicos da atividade siderúrgica. Portanto, uma organização produtiva comum entre as empresas do setor é a de usinas que integram as atividades dos grupos 1 e 2, a produção de ferroliga, ferro-gusa e a siderurgia. Nestes casos, a classificação CNAE da empresa decorre da atividade econômica fim, ou seja, a siderúrgica e esta vem a ser a configuração das maiores empresas do setor (usinas integradas ou semi-integradas), o que explica o pequeno número de empresas, em termos relativos, do grupo 1 (ver tabela 3.18).

Outra configuração comum é a de agregação das atividades siderúrgicas e de produção de tubos de aço com costura (atividade que tem como insumo básico os aços planos produzidos pelas siderúrgicas) numa única empresa resultando em empresas classificadas como siderúrgicas (grupo 24.2), mas que também desenvolvem, de forma secundária, as atividades do grupo 3.

Portanto, dada a elevada verticalização e a conseqüente ausência de separação clara das atividades industriais ligadas à produção dos insumos e dos laminados, relaminados e tubos de aço, é comum e bastante pertinente tratar todas as atividades envolvidas na produção e beneficiamento do aço como “atividades siderúrgicas”.

Na PINTEC - Pesquisa de Inovação Tecnológica, o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística agrega as atividades 1 (produção de ferroliga, ferro-gusa), 2 (siderurgia) e 3 (produção de tubos de aço exceto tubos sem costura) em um único grupo chamado de “produtos siderúrgicos” e as atividades 4 (metalurgia de metais não ferrosos) e 5 (fundição) são agregadas sob a classificação de “metalurgia de metais não ferrosos e fundição”⁵⁰.

Apesar da diversidade de atividades dentro do setor, há um conjunto de características que confere homogeneidade à IMB. Em primeiro lugar, o que é a sua identidade básica, todos atuam na transformação de minérios ferrosos e não ferrosos em bens intermediários demandados por diferentes indústrias de transformação.

Em segundo, dado o elevado volume de investimentos requeridos para a atuação no setor, o mesmo é dominado pelas grandes empresas. Particularmente, no caso das siderúrgicas, são 28 usinas (sendo 13 integradas – produção do aço a partir do minério de ferro, e 15 semi-integradas, produção a partir do processamento do ferro gusa com a sucata), pertencentes a 9 grupos empresariais, são responsáveis pelo atendimento de mais de 95% da demanda interna⁵¹.

Em terceiro lugar, quer sob a perspectiva mercadológica, quer sob o viés tecnológico, a IMB é uma indústria madura.

Madura porque há uma relativa estabilidade no tamanho de seu mercado consumidor, o que resulta em baixa taxa de crescimento das vendas e regularidade de desempenho entre os concorrentes. Madura porque apresenta padrão tecnológico homogêneo e consolidado, código técnico simplificado e comum aos concorrentes, do que resulta que as inovações mais frequentes na área são incrementais e de processo (Lundvall, 1985; Klepper, 1996; Abernathy e Utterback, 1978; Malerba, 2002; Iliev, 2005 e Carvalho, 2008).

⁵⁰ Conforme exposto nas Notas Técnicas da PINTEC 2008, disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/METODOLOGIA/Notas%20Técnicas/notas%20tecnicas%202008.pdf>>. Acesso em 23/12/2010.

⁵¹ Conforme dados do Anuário Estatístico 2010 do Instituto Aço Brasil.

Ainda com relação à maturidade, Pinho e Lopes (2000) destacam que, na siderurgia, o segmento dos aços especiais ou ligados (produtos de alta qualidade, fabricados com especificações técnicas estritas para um conjunto específico de indústrias consumidoras, por exemplo, automobilísticas, petrolíferas e ferramentas) apresenta um comportamento diferenciado e o esforço para a geração de inovações de produtos, orientadas pela demanda de consumidores mais sofisticados é muito significativo. Para os demais segmentos prevalece a “maturidade dos produtos e trajetórias tecnológicas com escassas oportunidades para inovação” (Pinho e Lopes, 2000, p. 48)⁵².

Por fim e decorrente da própria maturidade ou, em outras palavras da limitação de oportunidades tecnológicas o esforço, no tocante aos investimentos em P&D, é relativamente baixo (segundo dados da PINTEC 2008, o setor destina, em média, 2,6% da receita aos gastos inovativos) e determina sua classificação como uma indústria de média-baixa densidade tecnológica segundo os parâmetros estabelecidos pelo Manual de Oslo (OECD, 2002) e apresentado no quadro 3.12.

Quadro 3.12. Classificação da indústria segundo a densidade tecnológica.

Alta densidade tecnológica: Gastos em P&D/Total da produção > 5%
Média-alta densidade tecnológica: $\leq 5\%$ Gastos em P&D/Total da produção $\geq 3\%$
Média-baixa densidade tecnológica: <3 Gastos em P&D/Total da produção $> 0.9\%$
Baixa densidade tecnológica: Gastos em P&D/Total da produção $\leq 0.9\%$

Fonte: OCDE apud Hirsch-Kreinsen; Jacobson; Robertson (2006).

Dados completos para a indústria de transformação, ver quadro anexo 2.

⁵²“A rigor, apenas duas das inovações introduzidas na siderurgia na segunda metade deste século podem ser consideradas radicais: o conversor ao oxigênio e o lingotamento contínuo. A adoção dessas tecnologias constituiu peça central dos esforços de modernização da maioria das usinas do mundo a partir do final dos anos 50” Pinho e Lopes (2000, p. 49).

3.1.1 TAMANHO E RELEVÂNCIA ECONÔMICA DA METALURGIA BÁSICA

Conforme dados da tabela 3.18, no ano de 2008, o setor era constituído por 1,930 empresas⁵³ e 257.593 postos de trabalho, representando 1,81% das empresas e 3,61% dos empregos gerados na indústria de transformação nacional. Sendo 59,1% destes empregos concentrados nas atividades de siderurgia e metalurgia de não ferrosos. Outro indicador da concentração é o número de empregos gerados nas 12 maiores empresas, foram 83.100, portanto, 0,6% das empresas deram origem a 32% dos postos de trabalho do setor, o que permite afirmar que as grandes empresas caracterizam a IMB, particularmente a siderurgia, agrupamento no qual as 12 maiores empresas absorvem mais de 73% da força de trabalho.

Tabela 3.18. Tamanho da Indústria Metalúrgica Básica, 2008

Grupo CNAE	Número de Empresas ⁽¹⁾	Pessoal ocupado	Empregos %	Pessoal ocupado nas 12 maiores empresas %
Metalurgia Básica	1.930	257.593	3,61	32,3
24.1	128	30.638	0,4	49,4
24.2	281	96.800	1,4	73,1
24.3	147	21.340	0,3	49,7
24.4	481	55.446	0,8	46,6
24.5	893	53.369	0,7	36,0
Indústria de Transformação	106.430	7.143.277	100,0	4,3

Nota: (1) Empresas industriais com 10 ou mais vínculos empregatícios

Fonte: IBGE - Pesquisa Industrial Anual de Empresas (elaboração própria).

A tabela 3.19 revela a contribuição do setor metalúrgico para o desempenho da produção industrial nacional. A indústria metalúrgica responde por 9,1% do valor bruto da produção e 8,6% do valor da transformação industrial. Os diferentes segmentos da IMB geram valor adicionado médio de 40% do valor bruto da produção.

⁵³ Visando a compatibilidade com os dados da PINTEC, foram consideradas apenas as empresas com 10 ou mais vínculos empregatícios.

Em termos setoriais, as atividades siderúrgicas (grupo 24.2) concentram 57,6 do valor bruto da produção industrial, 61,8% do valor da transformação industrial e 39,2% dos empregos. Por estas razões destaca-se como o grupo de maior expressão econômica da IMB.

Apesar de absorver 18,9% dos empregos, as atividades de fundição representam apenas 3,9% do valor bruto da produção e 4,0% da transformação industrial consistindo, portanto, no segmento de menor contribuição econômica para o setor.

Tabela 3.19. Desempenho da Metalurgia Básica: Produção Industrial, 2008.

Grupo CNAE	Valor bruto da produção industrial (mil reais)	%	Valor da transformação industrial (mil reais)	%	Valor Adicionado %
Metalurgia Básica	144.305.199	9,1	58.068.418	8,6	40,2
24.1	16.359.388	1,0	7.196.122	1,1	44,0
24.2	83.091.412	5,2	35.896.208	5,3	43,2
24.3	9.118.157	0,6	2.952.166	0,4	32,4
24.4	30.123.184	1,9	9.720.339	1,4	32,3
24.5	5.613.058	0,4	2.303.582	0,3	41,0
Indústrias de transformação	1.592.894.101	100,0	678.335.370	100,0	42,6

Fonte: IBGE, PIA - Pesquisa Industrial Anual Empresa (elaboração própria).

Quanto ao desempenho exportador, conforme tabela 3.20 a seguir, a metalurgia básica responde por 14,7% das exportações da indústria de transformação nacional o que faz dela, em termos setoriais, o segundo maior exportador nacional, atrás apenas do setor fabricante de alimentos e bebidas.

Juntas as atividades de siderurgia, metalurgia de não ferrosos e produção de ferro gusa e ferro liga são responsáveis por mais de 14,6% das exportações industriais do país e 99,9% das exportações da IMB, 96% do valor adicionado e 81% dos empregos gerados o que, mais uma vez, revela a concentração como uma característica da IMB.

Tabela 3.20. Desempenho da metalurgia básica nas exportações da indústria de transformação, Brasil, 2008.

Grupo CNAE	Valor FOB (US\$ mil)	Participação (%)
24 - Metalurgia básica	20.849.040	14,7
24.1	5.451.520	3,9
24.2	7.641.030	5,4
24.3	750.091	0,5
24.4	6.977.962	4,9
24.5	28.436	0,02
Indústria de transformação	141.399.478	100,0

Fonte: MDIC - Sistema ALICE/SISCOMEX.

Elaboração própria.

Dados completos da indústria de transformação, ver tabela anexa 1.

Diversas entidades de classe atuam no setor de metalurgia básica (ver quadro anexo 3). No entanto, dados os objetivos deste trabalho, destaca-se a ABMM – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais em virtude daquilo que a mesma define como sua missão: “Desenvolver ações coletivas que promovam a evolução técnico-científica e a inovação em processos, produtos e gestão, nas áreas de metalurgia, materiais e mineração”.

Com aproximadamente 3.500 profissionais que atuam na indústria e instituições de ensino e pesquisa e mais de 130 empresas (dos setores minero-metal-mecânico) associadas, a entidade promove cursos, seminários e congressos, bem como edita revistas voltadas para a divulgação do conhecimento científico e inovações de interesse setorial, com o objetivo de promover o intercâmbio do conhecimento técnico-científico.

Em função disto, executivos da IMB e pesquisadores acadêmicos destacaram o papel relevante da ABMM na manutenção de uma rede ativa de contatos entre trabalhadores das diferentes empresas e entre empresas e a infraestrutura científica, ou seja, na promoção de um sistema setorial cujo elo vinculante é a atuação na área de metalurgia.

3.1.2 PERFIL INOVATIVO DA METALURGIA BÁSICA

A IMB foi representada na PINTEC 2008 por 1.675 empresas, destas 661 (39,5%) implementaram alguma inovação e 116 (7%) introduziram produto e/ou processo novo para o mercado nacional, o que resulta em um desempenho pouco superior à média da indústria de transformação (ver tabela anexa 1).

Dada a baixa inovatividade da indústria brasileira, o número de inovações da IMB está dentro das expectativas para uma indústria madura, de média-baixa intensidade tecnológica e, conseqüentemente, com baixa propensão a inovar. No entanto, com relação à natureza das inovações implementadas, o esperado é que esta indústria apresente maior volume de inovações de processo, em síntese, que ela promova poucas inovações e o faça mais em processo que em produto (Pinho e Lopes, 2000 e Abernathy e Utterback, 1978). No entanto, suas implementações de produtos novos para o mercado (4,1%) é consideravelmente superior às introduções de novos processos (2,9%). O que, apesar do alinhamento com o restante da indústria nacional, destoa da expectativa para este setor em particular.

Por outro lado, também é destoante das expectativas o fato da 'Metalurgia' ser fracamente inovativa dado que a mesma é uma indústria com alta produtividade da mão-de-obra (a terceira indústria mais produtiva do país, ver tabela anexa 8) e, especialmente, por ser ela uma indústria de elevado desempenho exportador (quer sob a perspectiva internacional, o país é quinto exportador líquido de aço do mercado mundial, quer sob a perspectiva nacional, o setor é responsável por aproximadamente 15% das exportações da indústria de transformação, ou ainda, sob a perspectiva setorial, as exportações representam mais de 27% da receita líquida do setor). Logo, a competitividade internacional é um fato e, conseqüentemente, o desempenho inovativo da IMB deveria assemelhar-se ao de suas congêneres internacionais, o que não ocorre como poderá ser verificado na seqüência.

A tabela 3.21 a seguir foi elaborada a partir de dados sobre o comércio, disponibilizados pela OCDE (para o ano de 2006), e sobre o comportamento

inovativo, produzidos pelo Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat) e oriundos da quinta Community Innovation Survey CIS-5, pesquisa que envolve os 27 países do Mercado Comum Europeu no período 2004-2006. Foram selecionados os países dos quais havia maior volume de informações, das suas respectivas IMB, na base de dados da Eurostat.

Em primeiro lugar, chama a atenção que, com duas únicas exceções (Finlândia e Irlanda), a taxa de inovatividade da IMB nos países da União Europeia (UE) é maior que a média da indústria de transformação de seus respectivos países. Nos casos da Áustria e Noruega⁵⁴ a taxa de inovação da IMB é 30% superior.

Em segundo lugar, também chama a atenção o fato das exportações da IMB serem bastante significativas na grande maioria das nações da UE. Com exceção de Irlanda, Hungria e Portugal, nos demais países a IMB representa mais de 5% do resultado da indústria de transformação e, considerando o grau de desenvolvimento de grande número destas economias e a baixa densidade tecnológica da IMB, o resultado é muito significativo mesmo no caso dos países em que o resultado da balança comercial do setor é negativo como: Bélgica, Polônia, Espanha, Itália, Alemanha e Holanda⁵⁵.

Segundo Hirsch-Kreinsen; Jacobson; Robertson (2006), a elevada inovatividade, bem como a elevada competitividade da IMB de países desenvolvidos está vinculada à dependência que a indústria de alta densidade tecnológica destes países tem do desempenho de sua indústria de baixa densidade, ou seja, o *duo* inovatividade/competitividade é um fenômeno sistêmico que exige integração da cadeia produtiva. Neste sentido, o estreito relacionamento entre os setores de baixa e alta tecnologia, presente nas economias desenvolvidas, é fundamental para a capacidade de inovação da indústria em geral e “a viabilidade dos setores de alta tecnologia está inevitavelmente ligada à vitalidade em curso nas indústrias de média

⁵⁴ Castellacci e Zheng (2010) caracterizam a IMB norueguesa como uma indústria de baixa concentração das atividades inovativas e uma das indústrias locais com maior taxa de crescimento da produtividade total dos fatores de produção no período 1998-2004.

⁵⁵ Em análise da indústria de transformação holandesa, Jong e Marsili (2006) afirmam que o setor de ‘Metais’ está entre os setores de mais baixa iniciativa em matéria de inovação.

e baixa tecnologia” Hirsch-Kreisen et al (2006, p. 3) o que remete à concepção de SNI’s maduros.

Tabela 3.21. Estrutura e desempenho da Metalurgia Básica e inovatividade da indústria de transformação em países selecionados da União Europeia e Brasil.

País	Estrutura				Desempenho inovador				
	Número de empresas ⁽²⁾	Tamanho médio ⁽²⁾	% das exportações da indústria de transformação nacional	Resultado da Balança comercial da 'Metalurgia Básica'	Metalurgia básica			Indústria de transformação	
					Taxa de inovação	Inovações efetivas			
						de produto e processo	de produto		de processo
%	%	%	%	%					
Áustria	123	316	8,92	superávit	85,4	55,3	6,5	23,6	53,5
Alemanha	1.092	227	5,85	déficit	70,1	31,7	4,5	22,5	71,2
Noruega	58	185	21,45	superávit	65,5	25,9	1,7	25,9	41,8
Bélgica	126	257	8,78	déficit	63,5	19,1	14,3	26,2	59,6
Portugal	122	81	4,25	déficit	51,6	12,3	8,2	31,2	40,7
Finlândia	64	268	12,52	superávit	48,4	25,0	1,6	9,4	56,2
Espanha	722	104	7,01	déficit	47,8	20,2	6,4	16,6	37,2
Irlanda	71	35	0,70	déficit	46,5	7,0	19,7	8,5	57,8
Rep. Tcheca	202	277	9,47	superávit	46,0	20,8	6,4	16,8	36,9
Itália	1.603	80	6,92	déficit	41,0	17,3	5,6	16,4	37,5
Holanda	121	94	5,53	déficit	39,7	18,2	9,9	5,0	42,1
Polônia	340	196	7,52	déficit	35,0	13,8	3,2	16,2	23,7
Hungria	112	165	3,02	déficit	29,5	13,4	7,1	8,0	21,2
Brasil⁽¹⁾	1.675	141	14,7	superávit	39,5	nd	4,1	2,9	38,4

Fontes: Eurostat – European Statistics Database, OECD StatExtracts (CIS-5), PINTEC 2008, PIA e SECEX (elaboração própria).

Nota (1): Dados completos da indústria de transformação brasileira ver tabelas anexas 1 e 2.

Ao mesmo tempo, o desempenho inovativo, no geral, superior à média da indústria de transformação e a performance competitiva da IMB europeia, representam uma negativa à ideia de vínculo necessário entre a densidade tecnológica, vista como volume de gastos inovativos, e os resultados inovativos e econômicos das diferentes indústrias. Logo, um setor de baixa densidade tecnológica pode ser, e a IMB europeia é, um setor de alta inovatividade, o que destoa bastante do comportamento da IMB brasileira captado na PINTEC.

Na verdade, sob todos os aspectos, exceto a abrangência das atividades produtivas, há poucas similaridades entre as IMB brasileira e europeia.

Em todos os países selecionados da União Europeia a estrutura da IMB é significativamente diferente da brasileira, o número de empresas é muito menor e o tamanho médio destas, na maioria das vezes, é significativamente maior. O país de estrutura mais próxima à do Brasil é a Itália, são 1.603 empresas, contra 1.675 no Brasil, com tamanho médio de 80 postos de trabalho, contra os 141 da IMB brasileira.

No tocante ao desempenho exportador, o país que mais se aproxima do Brasil é a Finlândia, exportador líquido de produtos da IMB, onde as exportações deste setor representam 12,5% do resultado da indústria de transformação nacional e a IMB, presente na CIS-5, é composta de 64 empresas com, em média, 268 empregados.

Quanto à inovatividade, o país cuja IMB mais se assemelha à brasileira é a Holanda, onde a taxa de inovação do setor é de 39,7% contra os 39,5% da IMB brasileira. No entanto, quanto ao perfil das inovações, todos os países europeus apresentam taxa de inovação para o mercado mais de 4 vezes superiores às da IMB nacional e apenas na Holanda e Irlanda, como no Brasil, o número de empresas que inovam em produto é maior que o de empresas que inovam em processo.

Merece destaque o fato de que, nos países selecionados, a taxa de inovação é sempre muito próxima às de inovações para o mercado. Além disto, a maioria das empresas efetivamente inovadoras fazem, simultaneamente, inovações de produto e processo. Nas empresas que acusam inovações de apenas uma natureza a maioria das inovações é de processo. Aqui, vale destacar que a PINTEC não informa, de

forma desagregada o grau de novidade das inovações introduzidas por empresas que fizeram, simultaneamente, os dois tipos de inovações.

Na IMB europeia, o grande número de empresas que fazem, simultaneamente, inovações de produto e processo confirma a existência de um círculo virtuoso no processo inovativo, nos países em que é maior o número de inovações é, em geral, também maior a quantidade de empresas que inovam em produto e processo. Além disto, o elevado volume de inovações para o mercado (particularmente, na Áustria, Alemanha, Noruega, Finlândia, República Tcheca e Espanha) possibilita definir as empresas da UE como promotoras da expansão das fronteiras tecnológicas setoriais, ao mesmo tempo em que, o perfil extraído da IMB brasileira na PINTEC as define como meras replicadoras de inovações já presentes no mercado local.

A trajetória tecnológica é uma variável em que é possível identificar uma maior proximidade entre os comportamentos da IMB brasileira e europeia. Em primeiro lugar, como pode ser verificado na tabela 3.22, as cinco alternativas de foco da trajetória consideradas mais relevantes são, com pequenas variações de posicionamento, coincidentes e são elas: 'Melhoria da qualidade dos produtos', 'Ampliação da gama de produtos', 'Aumento da capacidade produtiva' e 'Abertura de novos mercados ou a Ampliação da participação de mercado'.

Em segundo lugar, assim como para os países da UE, com exceção da Finlândia, o principal foco da IMB brasileira é a 'Melhoria da qualidade dos produtos'.

Em terceiro, é importante destacar que, também como no Brasil e em contraposição ao esperado para uma indústria intensiva em escala, a IMB europeia mantém o seu foco de inovação tecnológica nas variáveis de produto e mercado.

Outro destaque curioso é o fato da IMB brasileira dar maior relevância para a 'Redução dos custos de mão-de-obra' que a média da IMB europeia. O que aproxima Brasil e República Tcheca, país em que a relevância da IMB para o resultado da balança comercial é também semelhante ao caso brasileiro.

Tabela 3.22. Trajetória tecnológica da Metalurgia Básica em países selecionados da União Europeia e Brasil.

País	% das empresas inovadoras								
	Melhoria da qualidade dos produtos	Aumento da capacidade produtiva	Abertura de novos mercados ou Ampliação da participação de mercado	Ampliação da gama de produtos	Redução dos impactos	Aumento da flexibilidade	Redução dos materiais e energia	Enquadramento em regulações e normas	Redução dos custos do trabalho
Áustria	47,6	42,9	32,4	31,4	25,7	24,8	16,2	14,3	13,3
Portugal	57,1	20,6	25,4	34,9	25,4	14,3	12,7	17,5	9,5
Finlândia	6,5	16,1	Nd	12,9	19,4	9,7	9,7	16,1	9,7
Espanha	33,6	27,3	24,6	22,3	19,1	25,8	12,5	18,0	15,9
República Checa	36,6	29,0	21,5	32,3	23,7	25,8	21,5	10,8	18,3
Holanda	33,3	22,9	29,2	33,3	16,7	16,7	2,1	4,2	18,8
Polónia	44,5	29,4	28,6	37,8	20,2	24,4	19,3	21,0	16,8
Hungria	45,5	21,2	21,2	27,3	15,2	6,1	18,2	12,1	3,0
Brasil	81,1	80,1	72,1	67,3	67,8	78,6	33,0	41,1	49,8

Fontes: Eurostat – European Statistics Database (CIS-5) e PINTEC 2008 (elaboração própria).

A tabela 3.23 identifica as fontes de informação consideradas relevantes pela IMB europeia. Em todos os países, à exceção da República Tcheca, as fontes 'Internas' ('P&D', 'outras áreas da empresa' e 'outras unidades do mesmo grupo empresarial') são aquelas que apresentam maior relevância para as inovações implementadas. 'Clientes ou consumidores' e 'Fornecedores' aparecem como as segunda e terceira fontes mais indicadas pelos países. No entanto, na Áustria, país que possui a IMB mais inovadora da amostra, as 'Universidades' é a terceira fonte de informação mais relevante. Outro destaque interessante é a classificação dos 'Institutos de pesquisa' como a terceira fonte mais importante para a IMB da Polônia.

Apesar de não haver uma similaridade muito grande entre a IMB brasileira e a IMB de nenhum dos países europeus, é possível afirmar que há similaridade com a média deles, uma vez que é grande a importância atribuída às fontes 'Internas', 'Clientes ou consumidores' e 'Fornecedores' e, ao mesmo tempo, é baixa a relevância atribuída à infraestrutura tecnológica ('Universidades' e 'Institutos de pesquisa').

Tabela 3.23. Fontes de informação das empresas inovadoras da Metalurgia Básica na União Europeia e Brasil.

País	Internas	Clientes ou consumidores	Universidades ou outros centros de ensino superior	Concorrentes	Fornecedores	Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos	Conferências, feiras e exposições	Publicações científicas e técnicas	Consultores, laboratórios comerciais ou institutos privados de P&D	Associações profissionais e industriais
Áustria	67,6	56,2	35,2	32,4	25,7	12,4	11,4	8,6	3,8	1,0
Portugal	65,1	25,4	4,8	20,6	25,4	nd	23,8	7,9	14,3	nd
Polónia	58,0	30,3	16,0	12,6	14,3	21,0	16,8	13,5	5,0	4,2
França	55,3	21,8	5,3	2,9	20,6	nd	2,9	4,1	8,8	1,8
Espanha	47,8	14,5	4,1	8,4	17,1	12,2	7,8	3,2	9,6	5,5
Bélgica	47,5	20,0	5,0	8,8	17,5	8,8	2,5	3,8	11,3	nd
República Tcheca	37,6	44,1	5,4	22,6	30,1	nd	11,8	nd	4,3	nd
Holanda	37,5	37,5	nd	6,3	12,5	nd	4,2	12,5	nd	4,2
Hungria	30,3	21,2	12,1	15,2	21,2	6,1	9,1	12,1	6,1	12,1
Bulgária	24,4	22,0	7,3	14,6	22,0	0,0	12,2	nd	7,3	nd
Brasil	53,6	72,8	20,4	47,6	72,8	17,3	50,9	nd	16,0	nd

Fontes: Eurostat – European Statistics Database (CIS-5) e PINTEC 2008 (elaboração própria).

Nota 1: Dados completos da indústria de transformação brasileira ver tabela anexa 4.

As tabelas 3.24 e 3.25 contêm informações acerca da distribuição dos gastos inovativos realizados pela IMB e pela média da indústria de transformação. Sobressai o fato do desempenho da IMB europeia ser, em diversos países e indicadores, superior à média da UE. Enquanto no Brasil, o mais frequente é que o desempenho da 'Metalurgia básica' mantenha-se abaixo da média da indústria nacional.

Quanto à presença das atividades inovativas, os piores desempenhos da UE estão nas IMB irlandesa (66,7%) e espanhola (74,5%). Nos demais países as empresas com atividades inovativas são mais de 94,5% do total das inovadoras. No Brasil, 80,1% das empresas inovadoras da indústria de transformação desenvolvem atividades inovativas, por sua vez, entre as empresas da IMB tais atividades foram desenvolvidas apenas por 73,6%.

As atividades contínuas de P&D estão presentes em, no mínimo, 21% da IMB e 11,3% da indústria de transformação polonesa e este é o pior desempenho entre os países da UE. No entanto, é significativamente superior ao da indústria brasileira (7,3% e 7,9% respectivamente). Compatível com a pequena presença de atividades internas de P&D, em ambos os países, a parcela dos dispêndios inovativos destinada aos gastos em P&D também estão entre as mais baixas da amostra e, sintomaticamente, é elevada a destinação de recursos para a aquisição de máquinas, equipamentos e softwares.

Na quase totalidade dos países selecionados (a única exceção é a Hungria), o volume relativo de gastos realizados pela IMB em 'Máquinas, equipamentos e softwares' é superior à média da indústria de transformação, o que demonstra que faz parte do padrão setorial de inovação, mesmo nos países em que é elevada a presença de atividades internas de P&D, a absorção de tecnologia incorporada em seus insumos produtivos, particularmente, nos bens de capital (Heidenreich, 2009 e Malerba, 1999).

Tabela 3.24. Fontes de inovação de empresas inovadoras da Metalurgia Básica em países selecionados da União Europeia e Brasil.

País	% de empresas inovadoras com dispêndios em																	
	atividades inovativas		atividades contínuas de P&D interna		atividades ocasionais de P&D interna		aquisição de P&D externa		aquisição de máquinas, equipamentos e softwares		aquisição de outros conhecimentos externos		treinamento		marketing para introdução das inovações		outras preparações	
	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB
Áustria	92,7	95,2	34,3	54,3	14,7	10,5	26,0	51,4	72,4	68,6	24,3	21,0	62,7	69,5	43,4	37,1	37,9	41,9
Alemanha	96,0	100,0	36,1	53,3	26,5	22,8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Noruega	nd	nd	nd	nd	nd	nd	27,2	44,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Bélgica	97,7	100,0	43,0	52,5	26,2	35,0	35,8	58,8	77,9	86,3	22,6	12,5	64,9	83,8	38,0	17,5	32,1	40,0
Portugal	100,0	100,0	20,9	23,8	27,7	9,5	26,5	41,3	83,9	68,3	20,2	12,7	65,9	49,2	35,3	36,5	39,1	39,7
Espanha	72,9	74,5	24,4	29,9	11,1	13,0	18,4	29,9	37,2	36,2	2,5	1,2	9,9	14,8	15,5	12,2	8,1	4,9
Irlanda	80,6	66,7	nd	nd	nd	nd	15,8	nd	64,3	57,6	9,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
República Tcheca	95,6	100,0	26,3	25,8	27,6	29,0	27,0	31,2	82,4	89,3	24,0	29,0	47,2	49,5	44,2	48,4	47,6	63,4
Holanda	86,5	95,8	53,1	58,3	20,3	27,1	34,2	35,4	59,4	56,3	15,5	6,3	45,0	56,3	36,3	25,0	19,6	27,1
Polônia	100,0	100,0	11,3	21,0	27,8	26,1	21,7	37,0	88,8	84,0	11,2	18,5	40,5	36,1	33,9	29,4	28,6	29,4
Hungria	100,0	97,0	21,9	24,2	28,8	33,3	16,0	33,3	73,7	81,8	14,6	30,3	47,6	54,6	28,5	24,2	25,0	30,3
França	100,0	100,0	61,7	54,7	23,1	25,9	40,8	38,2	75,5	68,8	33,5	21,8	62,5	70,0	43,6	21,2	38,9	40,0
Brasil ⁽¹⁾	80,1	73,6	7,9	7,3	3,1	1,5	3,7	9,6	63,3	64,9	9,6	8,1	31,0	25,9	25,4	13,5	26,3	21,3

Fontes: Eurostat – European Statistics Database (CIS-5) e PINTEC 2008 (elaboração própria).

Nota 1: Dados completos da indústria de transformação brasileira ver tabelas anexas 3 e 10.

Tabela 3.25. Distribuição dos gastos em atividades inovativas das empresas inovadoras da Metalurgia Básica na União Europeia e Brasil.

País	% dos dispêndios em atividades inovativas							
	Gastos em P&D interna		Gastos em P&D externa		Gastos na aquisição de máquinas, equipamentos e softwares		Gastos na aquisição de outros conhecimentos externos	
	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB	IT	IMB
França	77,1	61,8	11,5	12,3	8,5	25,7	2,9	0,2
Holanda	64,7	nd	16,2	nd	18,2	nd	0,9	Nd
Espanha	42,7	35,9	15,9	20,6	26,1	38,7	6,9	0,2
Bélgica	42,3	51,2	17,8	24,7	38,6	18,3	1,4	5,8
Irlanda	34,6	39,5	7,4	0,0	37,0	60,5	21,0	0,0
Portugal	24,7	3,5	5,2	1,7	68,1	94,8	2,1	0,1
República Tcheca	23,5	10,4	18,3	5,2	54,8	83,8	3,4	0,6
Hungria	17,5	22,6	20,1	9,9	59,3	41,1	3,2	26,4
Polônia	8,9	3,5	4,0	nd	84,5	95,0	2,7	nd
Alemanha	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Áustria	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Noruega	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Brasil⁽¹⁾	24,6	8,0	4,1	2,6	51,6	71,1	2,7	1,7

Fontes: Eurostat – European Statistics Database (CIS-5), PINTEC 2008 (elaboração própria).

Nota 1: Dados completos da indústria de transformação brasileira, ver tabela anexa 5.

Também é parte do comportamento inovativo captado através dos indicadores aqui apontados, a elevada complementação do conhecimento produzido intramuros, através da P&D interna, com o conhecimento produzido extramuros através da aquisição de P&D externa, aquisição de outros conhecimentos e treinamento. Nestes casos, novamente e ao contrário do que é detectado nos países da UE, a IMB brasileira apresenta desempenho inferior ao da indústria de transformação. Em síntese, a IMB brasileira promove pouco a produção de conhecimento próprio e atua pouco na busca de absorção do conhecimento produzido além-muros, exceto na absorção do conhecimento incorporado nos insumos, vide o elevado percentual dos gastos inovativos que a mesma destina à aquisição de máquinas e equipamentos. Logo, não surpreende que o seus resultados inovativos sejam também muito inferiores à média da IMB europeia e da indústria de transformação nacional (como visto na tabela 3.21) e que os esforços na direção dos relacionamentos cooperativos também sejam muito inferiores daqueles apresentados pelo setor em outros países, o que pode ser constatado na tabela a seguir.

A análise das relações cooperativas (tabela 3.26) demonstra que a indústria de transformação da União Europeia interage muito mais que a brasileira. Enquanto no Brasil a taxa de interação é de 10%, entre os países selecionados da UE a interação média é de aproximadamente 34%, o que não provoca surpresa. No entanto, surpreende que, também com relação à interatividade, o desempenho da IMB europeia (45% das empresas inovadoras são interativas)⁵⁶ seja significativamente superior à média das outras manufaturas, enquanto no Brasil apenas 8,7 da IMB mantém relacionamentos cooperativos.

A IMB austríaca merece destaque por apresentar a maior diferença entre a média da indústria de transformação e a taxa de interatividade setorial. O setor é 78% mais interativo que a média das manufaturas do país. Além disto, a relação com as universidades está entre as três mais frequentes desta indústria no país e, conforme

⁵⁶ Heidenreich (2009) analisou o comportamento das indústrias de baixa densidade tecnológica no período 2002-2004 (CIS 4) e identificou que a taxa de interações (global e especificamente com a infraestrutura científica) da IMB é semelhante à média das indústrias de alta densidade tecnológica da UE.

visto na tabela 3.21, a IMB da Áustria é a mais inovativa entre os países selecionados da UE.

Tabela 3.26. Empresas inovadoras da Metalurgia Básica com relações de cooperação em países selecionados da União Europeia e Brasil.

País	% de Empresas interativas da Manufatura	% de Empresas interativas na Metalurgia Básica	% de Empresas inovadoras da Metalurgia Básica que mantem relações de cooperação com							
			Outras empresas do mesmo grupo	fornecedores	clientes ou consumidores	concorrentes ou outras empresas do mesmo setor	consultores, laboratórios comerciais ou institutos privados de P&D	universidades ou outras instituições de ensino superior	governos ou institutos públicos de pesquisa	organizações de outros países
Áustria	37,9	67,6	38,1	40,0	54,3	16,2	26,7	42,9	32,4	61,0
Alemanha	21,3	29,8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Noruega	33,3	50,0	13,2	26,3	29,0	15,8	21,1	21,1	15,8	23,7
Bélgica	40,0	60,0	23,8	42,5	25,0	10,0	25,0	23,8	40,0	32,5
Portugal	16,8	28,6	19,1	9,5	9,5	6,4	6,4	19,1	7,9	22,2
Finlândia	62,1	83,9	64,5	67,7	77,4	58,1	64,5	71,0	61,3	80,7
Espanha	18,1	26,4	8,1	12,2	10,7	3,8	7,3	7,0	13,0	9,3
Irlanda	28,4	24,2	15,2	21,2	15,2	15,2	18,2	18,2	18,2	nd
Rep. Tcheca	41,6	53,8	18,3	38,7	43,0	16,1	23,7	22,6	7,5	43,0
Itália	11,3	11,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Holanda	43,8	54,2	20,8	27,1	39,6	10,4	10,4	12,5	8,3	35,4
Polônia	45,1	61,3	12,6	33,6	20,2	7,6	10,1	30,3	36,1	22,7
Hungria	37,9	33,3	18,2	30,3	21,2	15,2	27,3	30,3	12,1	30,3
Brasil ⁽¹⁾	10,0	8,7	6,2 ⁽²⁾	50,3 ⁽²⁾	63,3 ⁽²⁾	8,7 ⁽²⁾	24,9 ⁽²⁾⁽³⁾	42,8 ⁽²⁾	42,7 ⁽²⁾⁽⁴⁾	nd

Fontes: Eurostat – European Statistics Database (CIS-5), PINTEC e PIA (elaboração própria).

Nota 1: Dados completos da indústria de transformação brasileira, ver tabelas anexas 6 e 7.

Nota 2: Foram consideradas as relações definidas como relevantes.

Nota 3: Foram consideradas as relações com 'Consultorias' em geral.

Nota 4: Foram consideradas as relações com 'Institutos de pesquisa'.

A convergência entre as taxas de inovação e interação é uma realidade não apenas para a IMB austríaca. Na verdade, exceto para a IMB alemã que apresenta elevada inovatividade com baixa interatividade, a convergência entre taxas de inovação, cooperação e relações com a infraestrutura tecnológica ocorre na maioria dos países, ou seja, os mais interativos são também os mais inovativos.

Na média, as interações mais frequentes na 'Metalurgia básica' europeia são aquelas com 'Organizações internacionais' (inclusive com outros países da UE), 'Fornecedores' e 'Clientes ou consumidores', nesta ordem. Enquanto as menos frequentes são as estabelecidas com 'Concorrentes', 'Consultores, laboratórios comerciais ou institutos privados de P&D' e 'Outras empresas do mesmo grupo empresarial'. As relações com as 'Universidades' (27%) estão no grupo intermediário e são as mais constantes apenas na Hungria e Portugal.

Na comparação das IMB brasileira e europeia sobressai, além da muito baixa interatividade da 'Metalurgia básica' nacional (apenas 8,7%), a relevante ascendência de 'Clientes ou consumidores', 'Fornecedores' e 'Universidades', em outras palavras, a IMB brasileira relaciona-se pouco e, quando o faz, restringe as interações a um conjunto estrito de alternativas. No tocante à hierarquia das preferências, desconsiderada as relações com 'Organizações internacionais' e o grau de interatividade, os países cuja IMB mais se assemelha à brasileira são Noruega, Holanda e República Tcheca.

O baixo desempenho interativo da IMB brasileira detectado na PINTEC (apenas 8,7% das empresas inovativas estabelecem relações de cooperação) surpreende porque, segundo os dados constantes no Censo de 2004 do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e analisados por Righi (2009), o setor de 'Metalurgia básica' chama a atenção por ser um dos setores da indústria de transformação nacional com maior número de empresas interativas e ser parte do conjunto resultante da confluência entre disciplinas do conhecimento e setores da economia (Engenharia Metalúrgica e de Materiais e Metalurgia Básica) mais interativo, ou seja, a elevada interatividade da IMB brasileira detectada no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq é semelhante ao revelado pela CIS-5 acerca da IMB europeia e avaliada por

Heidenreich (2009)⁵⁷. Entretanto, não corresponde ao verificado na PINTEC onde a IMB brasileira está posicionada entre as indústrias menos interativas do país (ver tabela anexa 6).

Em todas as análises realizadas o traço mais marcante apurado é o descompasso do perfil da IMB. Em primeiro lugar, mesmo para os padrões dos países desenvolvidos, a IMB destaca-se como uma indústria de conduta e performance diferenciada entre os setores de baixa densidade tecnológica.

Não há proximidade entre o desempenho exportador e o desempenho inovativo extraído da PINTEC.

Em segundo lugar, a IMB brasileira apresenta desempenho econômico similar ao de suas congêneres mais inovativas da UE. No entanto, o seu desempenho inovativo é muito inferior.

Em terceiro lugar, o comportamento inovativo detectado no número de interações presentes no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq não é compatível com o comportamento identificado na PINTEC.

Assim, os descompassos entre o comportamento inovativo da IMB nas economias brasileira e europeia, bem como na PINTEC e no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq sugerem, mais uma vez, a necessidade de uma avaliação mais criteriosa da conduta inovativa da IMB nacional.

Particularmente, no tocante às interações, o Censo de 2004 do Diretório dos Grupos de Pesquisa acusou a existência de 64 empresas da IMB que mantinham relacionamentos cooperativos com 80 grupos de pesquisa distintos. A expressividade destes números é corroborada pelo fato do setor de 'Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos', apesar de receber subvenção governamental para o desenvolvimento de pesquisa em conjunto com a

⁵⁷ Heidenreich (2009) destaca não apenas a elevada interatividade da IMB (o que a distingue das demais indústrias de baixa densidade tecnológica), mas também o grande número de relacionamentos com as universidades e institutos públicos de pesquisa, números estes que são superiores à média da indústria de alta densidade tecnológica dos países da UE.

infraestrutura tecnológica, estar representada no Diretório por 80 empresas que mantêm relacionamentos com 81 grupos de pesquisa (Righi, 2009).

Dos 80 grupos de pesquisa com os quais a IMB mantém relacionamento, 28 estão pulverizados nas mais diversas áreas do conhecimento, 10 são da Engenharia Mecânica, outros 10 da Engenharia Civil e 32 são da Engenharia de Materiais e Metalurgia (EMM).

A concentração dos relacionamentos com a Engenharia de Materiais e Metalurgia decorre da importância, para a IMB, das pesquisas sobre as propriedades dos materiais⁵⁸. No entanto, é interessante destacar que, mesmo tendo em conta que esta é uma área das ciências aplicadas, os cursos da EMM apresentam um perfil interativo diferenciado do padrão nacional, o que poderá ser verificado na seção a seguir.

3.2 OS CURSOS DE ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS

Segundo as determinações do Ministério da Educação (MEC), os cursos de Engenharia Metalúrgica e Engenharia de Materiais (EMM) são constituídos de uma carga horária mínima de 3.600 horas nas quais devem ser distribuídos os conjuntos de disciplinas da formação básica em engenharia e da formação específica de cada área. E, tanto na formação básica quanto na específica, deve haver um elevado número de horas de práticas laboratoriais (quadros 3.13 e 3.14).

Especificamente a formação de engenheiros de materiais explicita o caráter inovativo esperado dos egressos do curso, pois define que estes têm a função de

⁵⁸ A relevância dos estudos sobre as propriedades dos materiais pode ser constatada no quadro anexo 3, onde são apresentadas as áreas de dedicação dos principais pesquisadores apontados pela IMB e por pesquisadores da Engenharia de Materiais e Metalurgia.

inovar através do ‘desenvolvimento de novos materiais e novos usos para materiais já existentes e da implementação de novos materiais e processo de fabricação mais eficazes e econômicos’.

Quadro 3.13. Referencial dos Cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Curso	Perfil do Egresso	Temas Abordados na Formação	Áreas de Atuação	Infraestrutura Recomendada
Engenharia. Metalúrgica	<p>O Engenheiro Metalúrgico é um profissional de formação generalista, que atua na elaboração de estudos e de projetos de processos metalúrgicos e de produtos, desde sua concepção, beneficiamento, análise e seleção de materiais metálicos, até sua fabricação e controle de qualidade, de acordo com as normas técnicas estabelecidas, podendo participar na coordenação, fiscalização e execução de instalações metalúrgicas, mecânicas e termodinâmicas. Além disto, coordenada e/ou integra grupos de trabalho na solução de problemas de engenharia, englobando aspectos técnicos, econômicos, políticos, sociais, éticos, ambientais e de segurança. Coordena e supervisiona equipes de trabalho, realiza estudos de viabilidade técnico-econômica, executa e fiscaliza obras e serviços técnicos e efetua vistorias, perícias e avaliações, emitindo laudos e pareceres técnicos. Em suas atividades, considera a ética, a segurança, a segurança e os impactos ambientais.</p>	<p>Atendidos os conteúdos do núcleo básico da Engenharia, os conteúdos profissionalizantes do curso são: Eletricidade Aplicada; Mecânica dos Sólidos; Mecânica dos Fluidos; Projetos e Processos Metalúrgicos; Beneficiamento de Minérios; Ciência dos Materiais; Metrologia; Sistemas Térmicos; Termodinâmica; Metalúrgica; Ensaio Mecânicos; Transferência de Calor; Processos de Fabricação; Tecnologia Mecânica; Gestão da Produção; Ergonomia e Segurança do Trabalho.</p>	<p>O Engenheiro Metalúrgico é habilitado para trabalhar em indústrias de base (mecânica, <u>metalúrgica</u>, <u>siderúrgica</u>, <u>mineração</u> e <u>beneficiamento de minérios</u>, petróleo, etc.); na produção de veículos e no setor de instalações (geração de energia, estruturas metálicas, entre outros); em indústrias de transformação (<u>siderurgia</u>, <u>fundição</u>, conformação mecânica, entre outras) e em indústrias que produzem máquinas e equipamentos para todas as áreas acima citadas; em empresas prestadoras de serviços e em <u>institutos e centros de pesquisa</u>, órgãos governamentais, escritórios de consultoria e outros.</p>	<p>Laboratório de Física; Laboratório de Informática com programas específicos; Laboratório de Química; Laboratório de Processos de Fabricação (Usinagem, Soldagem, Conformação e Fundição); Laboratório de Beneficiamento de Minérios; Laboratório de Tratamento Térmico; Laboratório de Ensaio Mecânicos; Laboratório de Metalografia; Laboratório de CAD.</p>

Quadro 3.14. Referencial dos Cursos de Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Curso	Perfil do Egresso	Temas Abordados na Formação	Áreas de Atuação	Infraestrutura Recomendada
Engenharia de Materiais	<p>O Engenheiro de Materiais é um profissional de formação generalista, que atua na pesquisa, produção, inspeção e controle da qualidade. <u>Desenvolve novos materiais, novos usos industriais para materiais existentes; e implementa materiais e processos de fabricação eficazes, econômicos, menos poluentes e recicláveis.</u> Gerencia os fatores e requisitos de projetos que influenciam a qualidade do produto. Acompanha o processo de fabricação em etapas, garantindo o cumprimento de normas e especificações técnicas, e responsabiliza-se por todo o processo. Fiscaliza a qualidade da produção, pesquisa a causa de problemas e propõe soluções ou alterações no processo industrial. Coordena e supervisiona equipes de trabalho, realiza estudos de viabilidade técnico-econômica, executa e fiscaliza obras e serviços técnicos; e efetua vistorias, perícias e avaliações, emitindo laudos e pareceres. Em suas atividades, considera a ética, a segurança, a legislação e os impactos ambientais.</p>	<p>Atendidos os conteúdos do núcleo básico da Engenharia, os conteúdos profissionalizantes do curso são: Eletricidade Aplicada; Mecânica dos Sólidos; Mecânica dos Fluidos; Ciência dos Materiais; Eletromagnetismo; Engenharia do Produto; Ergonomia e Segurança do Trabalho; Estratégia e Organização; Físico-Química; Gerência de Produção; Gestão Ambiental; Gestão Econômica; Gestão de Tecnologia; Instrumentação; Materiais de Construção Mecânica; Materiais Elétricos; Mecânica Aplicada; Métodos Numéricos; Processos de Fabricação; Qualidade; Sistemas Térmicos; Tecnologia Mecânica; Termodinâmica Aplicada.</p>	<p>O Engenheiro de Materiais é habilitado para trabalhar em indústrias de base (mecânica, <u>metalúrgica, siderúrgica,</u> mineração, petróleo, madeira e outros) e nas indústrias de bens de consumo (têxtil, eletrodomésticos, brinquedos, etc.); na parte produtiva de empresas do setor de embalagens, papel e celulose, eletroeletrônicos, têxtil, material esportivo, odontológico, biomédica, automotivo, naval e aeroespacial; em <u>institutos e centros de pesquisa,</u> órgãos governamentais, escritórios de consultoria no desenvolvimento e fabricação de produtos.</p>	<p>Laboratório de: Física; Química; CAD e CAE; Metrologia; Ensaio Mecânicos; Análises Térmicas; Preparação de Amostras e Caracterização Microestrutural; Processamento de Polímeros; Processamento de Cerâmica; Processamento de Metais; Tratamento Térmico.</p>

Fonte: MEC, Secretaria do Ensino Superior – SESU.

Segundo dados do MEC, apresentados no quadro 3.15, existem 11 cursos de engenharia metalúrgica, 26 de engenharia de materiais e 1 de engenharia metalúrgica e de materiais no país. Destes, 24 (63%) estão na região sudeste e 30 (79%) são ofertados por instituições públicas.

Quadro 3.15 - Distribuição dos Cursos de Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Brasil (2010)			
Quantidade	Categoria	Curso	UF
1	Privada	Eng. Metalúrgica e de Materiais	ES
1	Pública	Eng. Metalúrgica	CE
1	Pública	Eng. Metalúrgica	ES
2	Privada	Eng. Metalúrgica	MG
3	Pública	Eng. Metalúrgica	MG
1	Pública	Eng. Metalúrgica	RS
3	Pública	Eng. Metalúrgica	RJ
1	Pública	Eng. de Materiais	AM
2	Privada	Eng. de Materiais	MG
2	Pública	Eng. de Materiais	MG
2	Pública	Eng. de Materiais	PA
2	Pública	Eng. de Materiais	PB
1	Pública	Eng. de Materiais	PR
2	Pública	Eng. de Materiais	RS
2	Pública	Eng. de Materiais	RJ
1	Pública	Eng. de Materiais	RN
2	Pública	Eng. de Materiais	SC
1	Pública	Eng. de Materiais	SE
4	Privada	Eng. de Materiais	SP
4	Pública	Eng. de Materiais	SP
38	Total de Cursos no Brasil		

Fonte: MEC/INEP.

No nível da pós-graduação, existem 21 cursos no Brasil dos quais apenas 3 (14%) são ofertados por instituições privadas e 13 (62%) estão situados na região sudeste (quadro 3.16).

Quadro 3.16 - Distribuição dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Brasil (2010)			
Quantidade	Categoria	Curso	UF
1	Pública	Mestrado	ES
1	Pública	Mestrado	MA
1	Pública	Mestrado	MG
2	Pública	Mestrado/Doutorado	MG
1	Pública	Mestrado/Doutorado	PB
1	Pública	Mestrado	PR
1	Privada	Mestrado/Doutorado	RJ
1	Pública	Mestrado	RJ
4	Pública	Mestrado/Doutorado	RJ
1	Privada	Mestrado/Doutorado	RS
1	Pública	Mestrado Profissional	RS
1	Pública	Mestrado/Doutorado	RS
1	Pública	Mestrado	SC
1	Pública	Mestrado/Doutorado	SE
1	Privada	Mestrado Profissional	SP
2	Pública	Mestrado/Doutorado	SP
21	Total de Cursos		

Fonte: CAPES

3.2.1 PERFIL INTERATIVO DOS CURSOS

O primeiro curso na área de metalurgia criado no Brasil foi o da Escola de Minas de Ouro Preto (atualmente, Universidade Federal de Ouro Preto), em 1876, na cidade de Ouro Preto (MG), com vagas na engenharia de minas e de metalurgia (Abiko, 2009). No entanto, os primeiros relatos de relações cooperativas com as empresas são da década de 1970 e estão inseridos na busca das universidades públicas pela complementação de verbas de pesquisa, então esvaziadas no setor público, e ampliação da formação prática, particularmente, nos recém-criados cursos de pós-graduação (Godoy; Piorko; Leal, 1988).

De outro lado, data também deste período a busca por maior capacitação tecnológica nas empresas de metalurgia básica (Gentile e Ventura, 1988; Godoy;

Piorko; Leal, 1988) que resultou na criação de centros de pesquisas e núcleos tecnológicos, bem como num maior interesse pelas atividades desenvolvidas nos institutos públicos de pesquisa e universidades nacionais.

Busca essa que, para Godoy; Piorko; Leal, 1988) e Paula e Silva (2007), foi condicionada pela inadequação ou desconhecimento de tecnologias importadas pela indústria. Neste cenário, os primeiros relacionamentos concentraram-se na oferta de cursos adequados à demanda das empresas, como explica Evando Mirra de Paula e Silva ao relatar a trajetória do curso de pós-graduação de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da UFMG:

“Começamos estudando duas das tecnologias que a empresa havia recentemente adquirido e propusemos oferecer, dentro da Usina, uma série de cursos sobre os princípios básicos em que se fundavam aquelas tecnologias. Na prática, isso equivalia a abrir os pacotes tecnológicos. Esses cursos acabaram tendo sucesso e nos encorajaram a organizar conteúdos de interesse mais geral sob a forma de módulos que poderiam ser oferecidos a engenheiros e técnicos de todas as empresas do setor” (Paula e Silva, 2007).

Além dos cursos *in company* inicialmente voltados para a formação de quadros dos departamentos de P&D das empresas, o modelo resultou em cursos de extensão tecnológica oferecidos em parceria com a ABMM e programas cooperativos de pós-graduação desenvolvidos com as empresas que consistem, basicamente, no cumprimento dos créditos na universidade e desenvolvimento da tese, sob orientação de um professor do departamento de metalurgia da universidade, na indústria e em áreas de interesse desta. Portanto, as dissertações e teses produzidas nestes cursos cooperativos devem conjugar interesses acadêmicos e empresariais e resultar em avanço tecnológico e científico.

O mesmo padrão de relacionamento, inaugurado pela UFMG, foi seguido por cursos da área de metalurgia e materiais de diversas universidades, dentre elas, a UFSCAR (Alcântara e Antunes, 1988), UFOP (Godefroid e Ribeiro, 1988) e USP (Wolynech e Vieira, 1988).

A convivência ocasionada pelos cursos acabou propiciando outros relacionamentos. Segundo Paula e Silva (2009), um subproduto importante da aproximação universidade-indústria é a criação de uma rede de relacionamentos entre as empresas, uma vez que nos cursos aplicados nas universidades ou na ABMM, funcionários de diferentes organizações, muitos deles de fora da IMB, mas pertencentes à mesma cadeia produtiva, estabelecem contatos que muitas vezes evoluem para relações entre firmas.

Não menos importante, a aproximação ampliou, nos pesquisadores acadêmicos, o interesse pelas atividades inovativas e as demandas das firmas, bem como pelos benefícios auferidos nas interações e, nas empresas, a percepção sobre o potencial e o estágio de desenvolvimento da pesquisa universitária.

“Devido aos bons resultados obtidos, a USIMINAS pretende ampliar o relacionamento com as universidades brasileiras não só para a formação de pessoal como também de contar com o seu corpo de docentes para a prestação de consultoria no desenvolvimento de projetos de pesquisa” (Pimenta, 1988).

Na avaliação de pesquisadores da UFMG que acompanharam o processo de aproximação desde o seu início, o estreitamento da cooperação possibilitou “a formação orientada para as necessidades práticas das indústrias, tanto para o engenheiro de graduação, quanto para o pós-graduado, bem como a pesquisa aplicada, levaram a uma aceitação maior dos formandos” (Godoy; Piorko; Leal, 1988) no mercado de trabalho. O que é corroborado por pesquisadores da UFSCAR, “o intercâmbio com as empresas é desejável e mesmo imprescindível, pois aprimora a formação de recursos humanos e valoriza o desenvolvimento científico” (Alcântara e Antunes, 1988).

Até o ano de 2000, só era possível identificar as interações de pesquisadores acadêmicos e empresas através dos relatos dos próprios pesquisadores ou empresas como os vistos anteriormente. Desde então é possível fazê-lo através das informações constantes no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq que contém dados, alimentados pelos pesquisadores, acerca da composição, produção e interações dos grupos de pesquisa em atuação no território nacional.

Righi (2009) analisou os dados do Censo de 2004 do Diretório e identificou a existência de 71 grupos de pesquisa da EMM que interagem com 318 empresas industriais, o que fazia desta a área de conhecimento com o maior número de relacionamentos cooperativos, com indústrias, da base de dados.

Adicionalmente, foi identificada a existência de duas “manchas de interação⁵⁹” entre os grupos da EMM, a primeira composta por 32 grupos de pesquisa interagindo com 42 empresas da IMB o que resultava na maior “mancha” do Diretório. A segunda é composta por 17 grupos da EMM e 30 empresas do setor de ‘veículos automotores, reboque e carroceria’.

No Censo de 2008, o Diretório, acusou a existência de 273 grupos de pesquisa na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com 1.341 linhas de pesquisa e compostos por 1.932 pesquisadores, 2.042 estudantes e 344 técnicos.

Dos 273 grupos existentes, 109 (39,9%) interagem com 457 empresas. Portanto, com uma média de 4,2 relacionamentos por grupo de pesquisa. As interações entre grupos de pesquisa da EMM e empresas da IMB eram um total de 59 (54,1%).

O quadro 3.17 apresenta os tipos de relacionamentos predominantes nas interações dos grupos de pesquisa da EMM com as empresas. Os relacionamentos de ‘transferência de tecnologia do grupo para as empresas’ sobressaem como o padrão mais comum de interação, são 276 interações deste tipo⁶⁰ contra 174 definidas como ‘pesquisa científica com objetivo de uso imediato’ e 81 como ‘pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados’, segunda e terceira colocadas respectivamente.

Em que pese o fato de haver uma grande concentração em 2 tipos de relacionamento (transferência de tecnologia e pesquisa científica com objetivo de uso imediato), merece destaque que, exceto pela modalidade de ‘desenvolvimento de software não rotineiro para o grupo pelo parceiro’, os grupos de pesquisa da

⁵⁹ A ‘mancha de interação’ é definida como uma concentração de relacionamentos entre uma área de conhecimento e um setor da economia.

⁶⁰ Para uma mesma interação os pesquisadores podem definir 3 tipos distintos de relacionamento.

EMM mantêm relações de todos outros tipos, o que demonstra versatilidade e capacidade de adaptação às demandas da indústria.

Quadro 3.17. Tipo de relacionamento dos grupos de pesquisa da EMM, 2008.	Quantidade
Transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro	276
Pesquisa científica com considerações de uso imediato dos resultados	174
Pesquisa científica sem considerações de uso imediato dos resultados	81
Atividades de consultoria técnica não contempladas nos demais tipos	64
Treinamento de pessoal do parceiro pelo grupo incluindo cursos e treinamento "em serviço"	37
Atividades de engenharia não rotineira inclusive o desenvolvimento de protótipo cabeça de série ou planta-piloto para o parceiro	31
Fornecimento, pelo parceiro, de insumos materiais para as atividades de pesquisa do grupo sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	31
Outros tipos predominantes de relacionamento que não se enquadrem em nenhum dos anteriores	18
Treinamento de pessoal do grupo pelo parceiro incluindo cursos e treinamento "em serviço"	12
Atividades de engenharia não rotineira inclusive o desenvolvimento/fabricação de equipamentos para o grupo	6
Transferência de tecnologia desenvolvida pelo parceiro para o grupo	4
Fornecimento, pelo grupo, de insumos materiais para as atividades do parceiro sem vinculação a um projeto específico de interesse mútuo	4
Desenvolvimento de software para o parceiro pelo grupo	2
Desenvolvimento de software não rotineiro para o grupo pelo parceiro	0

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

Nota: foram admitidos 3 tipos de relacionamento por interação.

A elevada interatividade dos grupos de pesquisa da EMM não é surpreendente, uma vez que estes militam numa área da ciência aplicada. No entanto, as análises produzidas por Righi (2009) sugerem que tais grupos apresentam um comportamento diferenciado quando comparado com os de outras áreas da ciência aplicada, visto que estes são os grupos mais interativos e concentram duas manchas de interação.

Somado a isto, os relatos históricos e a diversidade das interações confirmam que há um comportamento pró-interativo entre os grupos da EMM que resulta numa ampla interface com a indústria, particularmente, com o setor de metalurgia básica. O que permite vislumbrar a existência de um 'Sistema Setorial de Inovação'.

Para certificar a existência e revelar as características desse SSI, no próximo capítulo serão analisados os resultados de *survey* realizado com empresas da IMB e pesquisadores da EMM.

4 O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO DA METALURGIA BÁSICA

Define-se por sistema setorial de inovação 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, exclusivamente, sob a perspectiva das empresas, dos pesquisadores (de universidades ou institutos de pesquisa) 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, o 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 para os objetivos ora em questão, através das relações cooperativas (Schartinger et al, 2002 e Nelson, 1996).

Tendo em vista estes pressupostos, o presente capítulo tem por objetivo investigar o comportamento do sistema de inovação do setor de metalurgia básica a partir do resultado de um conjunto de entrevistas com executivos da indústria e pesquisadores da área de engenharia metalúrgica e de materiais que atuam em interação com empresas do setor.

4.1 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 a 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 os Grupos de Pesquisa da área de conhecimento da EMM e das empresas da Metalurgia Básica interativos.

Numa segunda etapa, a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABMM) cedeu uma lista de contatos de empresas do setor associadas à entidade. Simultaneamente, foram identificados pesquisadores (de empresas, universidades e institutos de pesquisa) com publicações nas revistas da ABMM (Metalurgia, Materiais & Mineração, Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração e *Materials Research*).

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

Em todas as etapas, empresas e pesquisadores foram contatados através de mensagem eletrônica que expunha os objetivos do trabalho, sua filiação a uma

pesquisa internacional da qual a *Brazil Survey* faz parte, o apoio da ABMM e solicitava a participação na pesquisa através de resposta a questionário específico para empresa (Apêndice 3) e pesquisador (Apêndice 4). Particularmente, no caso das empresas, mensagem e questionário foram encaminhados para executivos em cargos de direção.

Assim, 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 empresas da Metalurgia Básica e pesquisadores da EMM que se prontificaram a responder ao questionário, independentemente de sua presença no Diretório do CNPq e dos pressupostos de interatividade e, no caso dos pesquisadores, da atuação em grupos de pesquisa.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DA INDÚSTRIA

A amostra é constituída por 28 firmas pertencentes a 25⁶¹ diferentes grupos empresariais privados da IMB (ver quadro 4.18). Quanto à definição da atividade econômica, são 15 siderúrgicas (CNAE 24.2), 6 representantes da metalurgia 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%⁶² 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 da IMB.

⁶¹ As unidades de um mesmo grupo empresarial foram diferenciadas pelo Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) e, adicionalmente, pela localização.

⁶² Segundo dados da RAIS 2010.

Em termos geográficos, 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.⁶³

No tocante ao tamanho das empresas a amostra é heterogênea. 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 postos), 2 médias (de 100 a 499 postos) e 22 de grandes (acima de 500 postos). Entre as empresas de grande porte, 17 possuem mais de 1000 postos de trabalho. Portanto, as grandes empresas representam a maioria (aproximadamente, 80%) da amostra.

Do ponto de vista do faturamento, 11 (46%) das empresas optaram por não declará-lo, das que o fizeram, o faturamento em 2009 variou entre um mínimo de R\$.2,5 milhões e um máximo de R\$.15,0 bilhões. E, considerando apenas as firmas que declararam, a amostra representa aproximadamente 30% do total faturado pelo setor.

No tocante ao perfil dos principais bens produzidos pelas empresas, a amostra é constituída, em igual proporção, de empresas que produzem bens padronizados e/ou sob encomenda.

Segundo os dados da amostra, o setor externo tem significativa importância para a IMB, quer em função da relevância das exportações no faturamento das empresas (na maioria dos casos as exportações são superiores a 25% do faturamento), quer com relação à concorrência dos produtos importados no mercado nacional.

⁶³ Idem.

Outro caráter de relativa homogeneidade é a presença de funcionários alocados em atividades de P&D. Com a ressalva de duas únicas exceções, as empresas 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. É interessante destacar que a inexistência de mão-de-obra dedicada à P&D não ocorre nas empresas com menor número de funcionários, bem como que a existência de funcionários alocados em atividades de P&D não implica na existência de um departamento de P&D formalmente constituído.

Duas das três empresas que declararam a inexistência de funcionários em P&D realizam atividades de P&D em outras unidades de produção do mesmo grupo empresarial. São empresas de capital estrangeiro cujas atividades de P&D são realizadas no exterior.

Com três exceções, 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 e 5,2% doutores⁶⁴.

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, de diretor de uma grande empresa que é também professor universitário e pesquisador. 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.

Considerando que as entrevistas foram realizadas entre setembro de 2010 e março de 2011, as informações das empresas dizem respeito ao período 2008 - 2010.

⁶⁴ O saldo (9,8%) é constituído de especialistas.

O quadro 4.18 identifica o nome e a classificação das empresas participantes da pesquisa.

Quadro 4.18. Empresas entrevistadas

Grupo CNAE	Empresas
24.2	Gerdau S.A.
24.2	Usiminas - Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S. A.
24.2	Brasmetal Waelzholz S.A. Indústria e Comércio
24.2	Companhia Siderúrgica Belgo Mineira
24.2	ArcelorMittal - (Companhia Siderúrgica Belgo Mineira)
24.2	ArcelorMittal Vega S.A.
24.2	V & M do Brasil S.A.
24.2	Gerdau S.A.
24.2	Usiminas - Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S. A.
24.2	ArcelorMittal Inox Brasil
24.2	CSN - Companhia Siderúrgica Nacional
24.2	Votorantim Siderurgia - Siderúrgica Barra Mansa
24.2	Villares Metals S. A.
24.2	Sada Siderurgia Ltda.
24.2	Schmolz-Bickenbach do Brasil Ltda
24.3	Metalúrgica Tubos de Precisão
24.4	Albras Alumínio Brasileiro S.A.
24.4	Alcoa Alumínio S.A.
24.4	Wax Alumínio Ltda.
24.4	CBA - Companhia Brasileira de Alumínio
24.4	Votorantim Metais Níquel S/A
24.4	Mangels Indústria e Comércio Ltda
24.5	Fundição Rio Branco Ltda
24.5	Cruzaço Fundição e Mecânica Ltda
24.5	Tupy S A
24.5	Grupo Engenharia Ltda
24.5	Voges Metalurgia Ltda.
24.5	Voith Hydro Ltda.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3 PERFIL INOVATIVO DA IMB

Em primeiro lugar, como poderá ser constatado adiante, todas as empresas constituintes da amostra declararam ter realizado inovações ao longo dos últimos 3 anos. Portanto, são, segundo a taxonomia da PINTEC, empresas inovadoras⁶⁵, o que permite estabelecer comparações entre o perfil extraído do total da amostra e o perfil das empresas inovadoras da PINTEC.

Em segundo, para facilitar a exposição das análises e, adicionalmente, diferenciar as conclusões extraídas nesta etapa daquelas apontadas na PINTEC sobre o comportamento da 'Metalurgia básica', o conjunto de empresas que compõem a amostra passará a ser intitulado como IMBa.

De antemão, é importante destacar que, em que pesem as restrições da comparação entre um pequeno conjunto de empresas (a amostra) com os resultados setoriais acusados na análise da PINTEC, assume-se que a expressividade econômica, medida em termos da mão-de-obra ocupada e da participação no produto setorial, permite assumir tal conjunto de empresas como representativo na definição do comportamento setorial da 'Metalurgia básica'.

4.3.1 ESFORÇOS INOVATIVOS

A tabela 4.27 sintetiza o perfil dos esforços inovativos da IMBa e estabelece, quando possível, a comparação desta com os dados extraídos da PINTEC 2008. Em primeiro lugar, destaca-se a elevada interatividade e presença de atividades

⁶⁵ Lembrando que, segundo a taxonomia da PINTEC, são inovadoras as empresas que introduziram ao menos uma inovação de produto e/ou processo, ao longo do período de análise, independentemente, da inovação ter ocorrido, exclusivamente, no âmbito da empresa, ou seja, que o produto e/ou processo já existisse no mercado nacional.

contínuas de P&D, em ambos indicadores a IMBa tem conduta mais de 7 vezes superior à média nacional e mais de 2,6 vezes os melhores desempenhos apontados na PINTEC ('Farmacêuticos/Farmoquímicos' no caso da interatividade e 'Fumo' no caso das atividades de P&D). 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).

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. No entanto, inferiores aos desempenhos mais altos da PINTEC, nos 2 primeiros casos 'Farmacêuticos/Farmoquímicos (95,3 e 38,7% respectivamente), no último 'Veículos' e 'Outros equipamentos de transportes' que alocam 1,5 e 2% de suas respectivas receitas em atividades de P&D.

Tabela 4.26. Esforços inovativos da IMBa.

Indicador	%	IT(1)=1,00
Empresas com relações de colaboração com universidades e/ou institutos de pesquisa	89,3	8,89
Empresas com atividades contínuas de P&D	89,3	7,44
Empresas que utilizam instrumentos públicos de financiamento/incentivo às atividades de P&D	32,1	1,42
Empresas com gastos em atividades inovativas	89,3	1,11
Média dos gastos em P&D sobre o faturamento	1,0	1,68
Empresas com departamento formal de P&D	60,7	-
Empresas com atividades de P&D em outras unidades	34,6	-
Empresas com atividades de P&D em outras unidades situadas no exterior	17,9	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: IT= Indústria de transformação.

Nota (1): Médias extraídas da PINTEC 2008, ver capítulo 2 e tabela anexa 3.

Os demais indicadores não são diretamente comparáveis com os dados da PINTEC, mas também contribuem para determinar que o esforço inovativo da IMBa 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 são exatamente aquelas que informaram a existência de P&D em outras unidades do grupo empresarial.

Portanto, o perfil de esforço inovativo da IMBa demonstra um comportamento de busca, em diversos aspectos, semelhante ou até mesmo superior ao de indústrias nacionais de alta intensidade tecnológica 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 constatado nos capítulos 2 para o caso de ‘Fumo’ e 3 para a IMB europeia 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 idiossincrasias setoriais definem o volume de gastos e os esforços tecnológicos compatíveis com as demandas tecnológicas e competitivas das firmas.

4.3.2 RESULTADOS INOVATIVOS

Ao longo do período da análise, 2008–2010, todos os componentes da IMBa introduziram ao menos uma inovação de produto e/ou processo. Portanto, são todos inovadores como revela a tabela 4.28. Também são consideradas como tal, todas as empresas da PINTEC analisadas no capítulo 2, uma vez que os dados utilizados foram restritos ao universo das empresas inovadoras, do que resulta que as inovações globais perfazem 100% da IMBa e da PINTEC.

No tocante ao tipo de inovação preponderante, há convergência entre a IMBa e o conjunto de setores da PINTEC, em ambos as inovações de produtos ocorrem, em média, 1,8 vezes em maior quantidade. O que faz com que a diferença de desempenho inovativo, no caso das inovações efetivas, seja semelhante para produto e processo. No entanto, quanto às inovações radicais, a IMBa apresenta um desempenho muito maior que a indústria de transformação nas inovações de processo.

Tabela 4.28. Resultados do processo inovativo.

Inovações	Produto	IT ⁽¹⁾ =1,0	Processo	IT=1,0
Efetivas	53,6	5,0	28,6	4,8
Radicais	10,7	15,3	10,7	53,6
Gerais			100,0	1,0
Produto e processo			96,4	2,2

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: IT= Indústria de transformação.

Nota (1): Médias extraídas da PINTEC 2008, ver capítulo 2.

No seu conjunto, 53,6% das firmas da IMBa fizeram ao menos uma inovação de produto e 28,6% introduziram algum processo novo para o mercado nacional. Ao mesmo tempo, 11% delas introduziram um produto ou processo novo no mercado mundial (nos termos aqui adotados, inovações radicais).

Com relação à taxa de inovação efetiva, a IMBa assemelha-se à IMB da Áustria, país em que a 'Metalurgia básica' tem desempenho exportador também similar ao do Brasil, a IMB é a mais inovadora da União Europeia e 55,3% das firmas (da IMB) realizam inovações efetivas. Outra similaridade com a 'Metalurgia básica' da UE é o grande número de empresas que fazem, simultaneamente, inovações de produto e processo.

Na comparação com a indústria de transformação nacional, a IMBa apresenta um desempenho inovativo muito alto e só comparável ao caso do 'Fumo' na análise da PINTEC cuja taxa de inovação efetiva foi de 27,8% em produtos, 18,3% em processo e 6,1% em inovações radicais de produto e processo.

As convergências de perfil inovativo (elevados esforços e resultados) entre 'Fumo' e IMBa são coincidentes com suas similitudes em termos tecnológicos e econômicos. Ambas são indústrias maduras, de baixa intensidade tecnológica, tamanho grande e elevada concentração, produtividade e competitividade internacional. Particularmente, sobre a quadra alta competitividade, elevados esforços, baixa intensidade e elevados resultados, Hirsch-Kreinsen; Jacobson; Robertson (2006, p.2) afirmam:

“A central precondition for the surprising stability of the LMT⁶⁶ industries is their strategic flexibility and ability to innovate. These enable them to face up to the pressures of world market competition by developing new products, new process technologies and new ways of organizing. For a better comprehension of this connection, it is essential to come to an understanding of innovation processes that a narrow focus on R&D intensity obscures.”

Neste sentido, nas próximas seções poderá ser constatado o descolamento da IMBa, no tocante à conduta inovativa, dos pressupostos acerca do comportamento de setores de média-baixa intensidade tecnológica. E, ao mesmo tempo, suas semelhanças com as IMB's europeia e norte-americana e dessemelhanças com a IMB brasileira retratada na PINTEC.

4.3.3 FOCO DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA

Conforme pode ser constatado na tabela 4.29, a trajetória tecnológica da IMBa é fortemente orientada pelos objetivos de ‘Ampliação da qualidade dos produtos’ e ‘Aumento da gama de produtos’, portanto, está focada em produtos. No entanto, também é relevante o foco de ‘Redução de impactos’, particularmente, os ambientais. O que, nas palavras de um executivo do setor: “é uma preocupação crescente e deve consumir grande parte dos recursos inovativos da IMBa nos próximos anos”.

Apesar de não haver convergência com o esperado para uma indústria madura e intensiva em escala, a trajetória tecnológica da IMBa é compatível com aquela revelada pela IMB da União Europeia e pela média da indústria de transformação

⁶⁶ LMT é a sigla em inglês para ‘low and medium-low technologies’ e identifica os setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica.

nacional na PINTEC, no tocante à maior relevância atribuída aos focos de produto e mercado. E, talvez, no caso da metalurgia básica, seja necessário repensar a questão da maturidade tecnológica, do ponto de vista da restrição de oportunidades, na medida em que, a busca de novos materiais⁶⁷ é um condicionante de seu foco de trajetória tecnológica na atualidade.

Em termos mais específicos, o principal objeto da trajetória tecnológica, tanto da IMBa quanto da IMB na maioria dos países da UE (a única exceção é a ‘Metalurgia básica’ finlandesa), está na ampliação da qualidade de seus produtos. Outra característica convergente é a relevância atribuída à redução de impactos.

Tabela 4.29. Foco da trajetória tecnológica.

Foco	Empresas %
Qualidade	47,8
Aumento da gama de produtos	17,4
Redução de impactos	17,4
Abertura de Novos Mercados	8,7
Manutenção da participação de mercado	4,3
Redução de custos	4,3

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3.4 FONTES DE INFORMAÇÃO

Dado que os formatos de arguição são diferentes, não há comparação direta entre os dados coletados da IMBa e os da PINTEC pois, no caso da IMBa, as firmas foram levadas a distinguir a relevância das fontes para a conclusão de projetos já existentes e para a sugestão de novos projetos.

⁶⁷ Em grande número dos relatos da IMB o ‘Aumento da qualidade de produtos’ esteve associado à utilização de novos materiais ou recombinação de materiais preexistentes.

O gráfico 4.2 mostra que ‘Clientes’ e a ‘Linha de produção da própria empresa’ são as fontes de informação mais relevantes para a inovação na IMBa 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.

‘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 que para a conclusão de projetos já existentes, os ‘Fornecedores’ contribuem mais para a conclusão dos projetos já em andamento.

‘Sistemas de conhecimento local’, bem como ‘Feiras e exposições’ também se destacam como fonte relevante, particularmente, para a conclusão dos projetos já existentes.

Tanto para sugestão de projetos novos quanto para a contribuição na conclusão de projetos já em andamento são fontes de pouca relevância ‘outras empresas’, ‘concorrentes’ e ‘internet’.

Em linhas gerais, a avaliação que a IMBa 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 (Cohen; Nelson; Walsh, 2002).

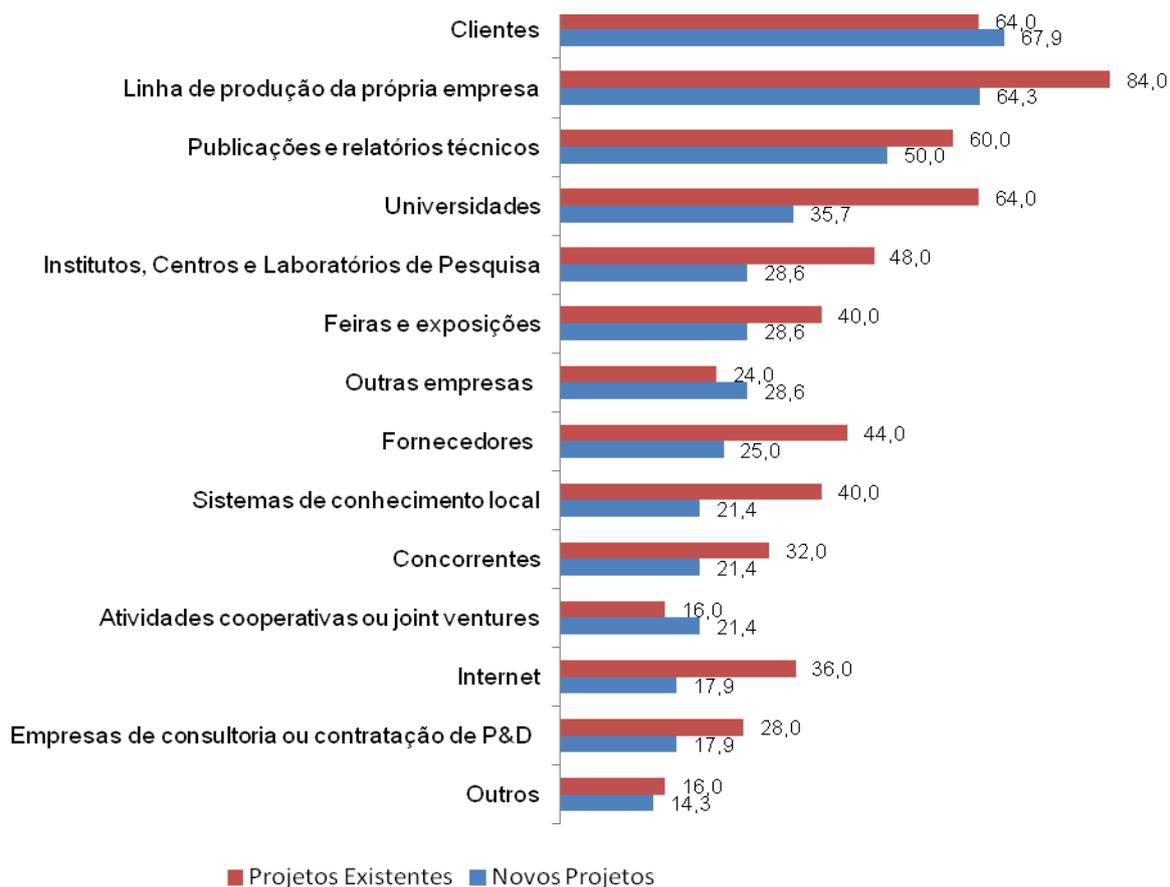


Gráfico 4.2. Relevância das fontes de Informação para inovação.

Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar das diferenças de formato das pesquisas, é possível estabelecer algumas comparações entre os resultados aqui apontados e os da PINTEC. Em primeiro lugar, chama a atenção o fato de que o melhor desempenho da infraestrutura tecnológica na PINTEC (26,9% no setor do 'Fumo') seja inferior ao seu pior desempenho junto à IMBa (29,6% para 'sugerir de novos projetos').

Em segundo lugar o pior desempenho de 'Fornecedores' (47,5% no setor de 'Outros equipamentos de transportes') na PINTEC é maior que o seu melhor desempenho na IMBa (45,8% para 'conclusão de projetos já existentes').

Exceto pela alta relevância atribuída a 'Fornecedores', o setor que mais se assemelha à IMBa, no tocante a avaliação das fontes de informação, é o setor do 'Fumo' isto porque é também elevada a relevância de 'clientes', 'outras áreas da empresa' e 'infraestrutura tecnológica'.

Por sua vez, a semelhança da IMBa com as empresas inovadoras nos Estados Unidos é maior. Segundo Cohen; Nelson; Walsh (2002), quando se trata de sugerir projetos novos 90,4% das empresas identificam ‘clientes’ e 73,7% a ‘linha de produção da própria empresa’ como as fontes mais relevantes. Quando a questão é sugerir projetos novos, 78,2% apontam a ‘própria linha de produção’ e ‘fornecedores’ e ‘clientes’ dividem a segunda posição. Quanto à infraestrutura tecnológica, a mesma é apontada por 36,3% como relevante para ‘conclusão de projetos já existentes’ e 31,6% para a ‘sugestão de novos projetos’.

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 sentido, a utilização de patentes, engenharia reversa, contratação de pesquisa ou licenciamento de tecnologia têm pouca relevância como fonte de informações para o setor (tabela 4.30).

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 no gráfico 4.2.

Tabela 4.30. 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 4.31 apresenta a importância atribuída para os diferentes mecanismos de absorção do conhecimento que é gerado nas universidades 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 utilizado pelas empresas é a ‘contratação de graduados e pós-graduados’, instrumento considerado muito importante ou moderadamente importante por mais de 83% das empresas, o que revela que a principal função atribuída às universidades é a formação de recursos humanos na avaliação da IMBa.

A percepção de relevância das fontes de informação revelada pela IMBa 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 que a universidade utiliza para transferir conhecimento à sociedade e que também são considerados relevantes pela maioria das empresas são publicações e relatórios (62,5%) 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 (70,8%), a participação em redes que envolvam universidades (50%), as pesquisas encomendadas à universidade (50%) e os contratos de consultoria com pesquisadores (45,8%). Dentre elas, as pesquisas realizadas em conjunto é o mecanismo considerado muito importante pelo maior número de empresas (45,8%), desempenho significativamente superior ao de qualquer outra fonte.

Tabela 4.31. Fontes de informação das Universidades

Fontes	Muito importante	Moderadamente importante	Sem importância ou pouco importante
Pesquisa realizada em conjunto com a universidade	45,8	25,0	29,2
Publicações e relatórios	33,3	29,2	37,5
Pesquisa encomendada à universidade	20,8	29,2	50,0
Participação em redes que envolvam universidades	20,8	29,2	50,0
Conferências públicas e encontros	20,8	33,3	45,8
Troca informal de informações	16,7	37,5	45,8
Pessoal contratado com graduação pós-graduação	16,7	58,3	25,0
Consultoria com pesquisadores individuais	12,5	33,3	54,2
Parques científicos e/ou tecnológicos	12,5	12,5	75,0
Patentes	8,3	8,3	83,3
Intercâmbio temporário de pessoal	8,3	29,2	62,5
Empresa é spin-off da Universidade	4,2	4,2	91,7
Tecnologia licenciada	4,2	25,0	70,8
Empresa pertence a uma Universidade	0,0	12,5	87,5
Incubadoras	0,0	16,7	83,3

Fonte: Dados da pesquisa.

A tabela 4.32 apresenta a importância dada pelas empresas às diferentes fontes de conhecimento emanado dos institutos de pesquisa. Na comparação com a avaliação feita sobre as fontes de informação das universidades, sobressai o fato de que não há diferença significativa no tocante à consideração das fontes que são mais ou menos importantes.

No entanto, dada à expressiva classificação das fontes como sem importância ou pouco importante, é possível 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 grande número dos institutos de pesquisa nacionais ser oriundo de 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 4.32. Fontes de informação dos Institutos de Pesquisa.

Fontes	Muito importante	Moderadamente importante	Sem importância ou pouco importante
Pesquisa realizada em conjunto com os centros e laboratórios de pesquisa	25,0	29,2	45,8
Publicações e relatórios	20,8	33,3	45,8
Participação em redes que envolvam institutos, centros e laboratórios de pesquisa	20,8	20,8	58,3
Troca informal de informações	16,7	29,2	54,2
Pesquisa encomendada aos centros e laboratórios de pesquisa	16,7	20,8	62,5
Conferências públicas e encontros	12,5	37,5	50,0
Pessoal contratado com graduação ou pós-graduação	12,5	29,2	58,3
Consultoria com pesquisadores individuais	12,5	20,8	66,7
Parques científicos e/ou tecnológicos	12,5	-	87,5
Tecnologia licenciada	4,2	25,0	70,8
Intercâmbio temporário de pessoal	4,2	20,8	75,0
Patentes	4,2	8,3	87,5
Empresa é spin-off de instituto de pesquisa, centro ou laboratório de pesquisa	4,2	4,2	91,7
Empresa pertence a um instituto, centro ou laboratório de pesquisa	-	8,3	91,7
Incubadoras	-	8,3	91,7

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 4.33 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.

Tabela 4.33. Importância dos resultados ou recursos produzidos por Universidades ou Institutos de Pesquisa.

Resultado/Recursos	Muito importante	Moderadamente importante	Sem importância ou pouco importante
Resultados de Pesquisas	33,3	33,3	33,3
Protótipos	14,8	14,8	70,4
Novas técnicas e instrumentos	7,4	33,3	59,3
Laboratórios / Metrologia	3,7	63,0	33,3

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 (gráfico 4.3), perfazendo 92,6% da amostra.

As segundas áreas mais importantes foram as engenharias de Minas e Mecânica, ambas mencionadas por 29,7% das empresas. O posicionamento da Engenharia de Minas é coerente com o fato de a mineração estar á montante na cadeia produtiva e ser, portanto, variável relevante na determinação da competitividade da IMB.

O destaque atribuído pela IMBa à Engenharia de Metalurgia e Materiais é superior ao que a ‘metalurgia básica’ norte-americana lhe 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 IMBa acerca da contribuição da ciência é mais imediatista.

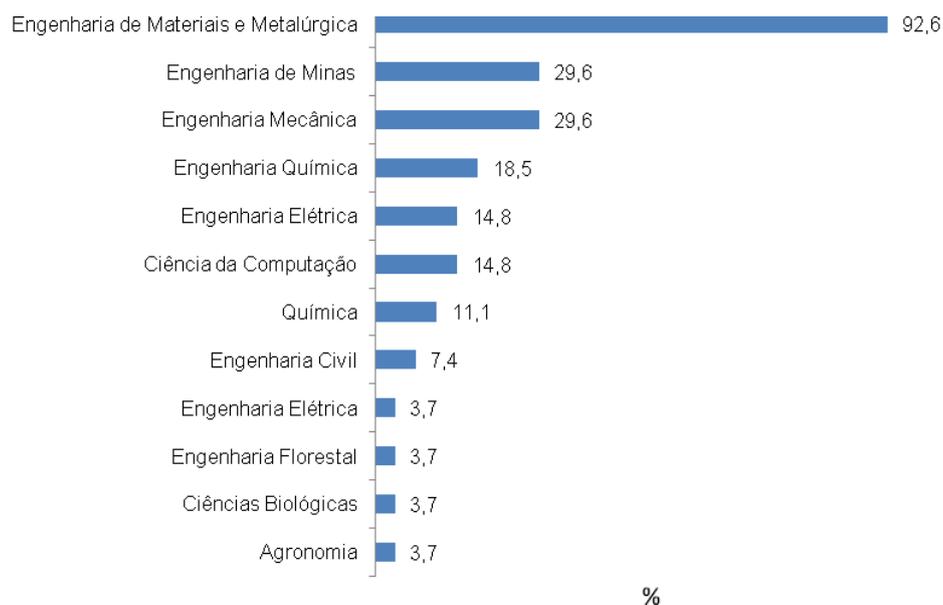


Gráfico 4.3. Grau de relevância das áreas de conhecimento selecionadas.

Fonte: Dados da pesquisa.

O quadro 4.19 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, estarem localizadas na região sudeste do país. A concentração geográfica é compatível 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 (Chaimovich, 2000 e Brito Cruz (2004).

Quadro 4.19. 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.

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 (91,7%) ou moderadamente importante (8,3%) para a empresa, conforme mostra o gráfico 4.4. 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 na tabela 4.32.

Em segundo lugar está a realização de pesquisa que é considerada função importante por 87,5% das empresas.

É interessante destacar que, mesmo o exercício de funções consideradas menos relevantes (social e empreendedorismo), é tido como importante por mais de 58% 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).

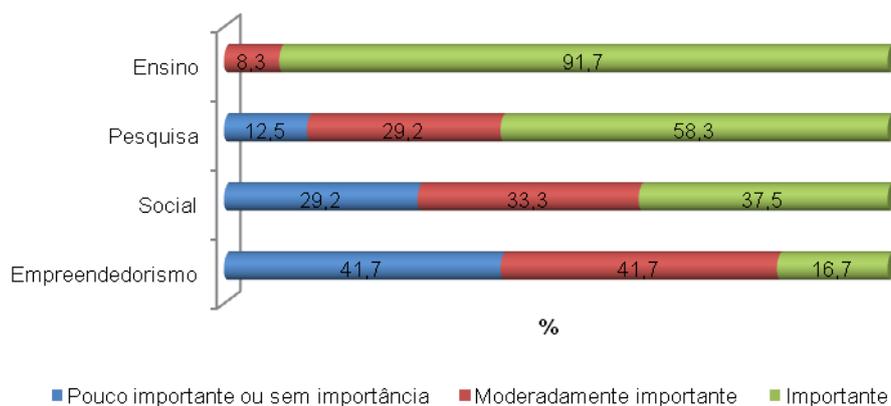


Gráfico 4.4. Função das universidades para a empresa.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3.5 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 4.34, são de longa duração e apresentam bons resultados na avaliação das empresas.

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.

Tabela 4.34. Características das Interações com Universidades e Institutos de Pesquisa

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

Fonte: Dados da pesquisa.

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 no gráfico 4.5, 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 IMBa, 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.

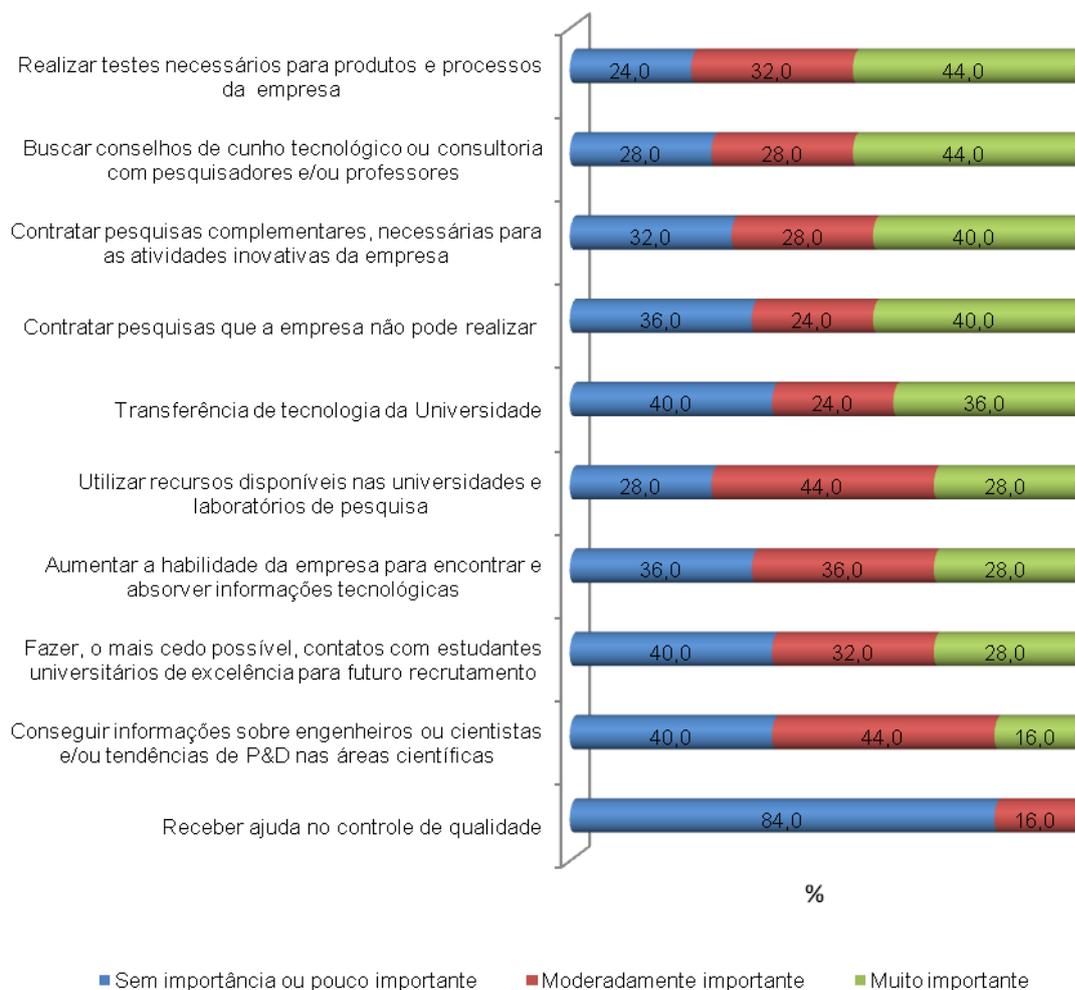


Gráfico 4.5. Objetivos da colaboração com Universidades e Institutos de Pesquisa.

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.

Em linhas gerais, o perfil revelado pela IMB é o de uma indústria muito inovadora, com elevados esforços inovativos e altamente interativa e, ao mesmo tempo em que esta imagem é incompatível com a da 'Metalurgia básica' extraída na PINTEC 2008, ela assemelha-se à de 'Fumo' captada na mesma fonte.

Portanto, há que se questionar quais outras semelhanças guardam a 'Metalurgia básica' e a indústria do 'Fumo'. Em primeiro lugar, ambas são indústrias de elevada competência exportadora em mercado de *commodities* o que pressupõe elevada eficiência econômica e competitividade. Logo, desempenho inovador.

Em segundo lugar, são indústrias também caracterizadas pela elevada concentração. No entanto, ao contrário da indústria de 'Fumo', onde o número de empresas do setor é pequeno (na PINTEC foram entrevistadas 62 empresas, sendo 16 delas inovadoras), no caso da 'Metalurgia básica' o número de empresas presentes no setor é grande (na PINTEC foram entrevistadas 1675 empresas, sendo 661 delas consideradas inovadoras), ou seja, há um grande número de empresas com baixa expressividade econômica, conseqüentemente, pouco representativas no tocante ao comportamento setorial.

Neste sentido, uma questão relevante a ser respondida é se o comportamento setorial é definido pelo maior número de empresas que o constituem ou se pelo conjunto de empresas economicamente relevantes.

4.4 PERFIL E RESULTADOS DOS RELACIONAMENTOS INTERATIVOS COM A INDÚSTRIA

Como mostra a tabela 4.35, 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 empresas⁶⁸.

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.

⁶⁸ 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).

Tabela 4.35. 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 pelo grupo e pela empresa	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 do grupo, 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 os dados constantes da tabela 30, as principais fontes utilizadas pelas empresas são os seus próprios funcionários (20%), as apresentações dos pesquisadores em congressos e seminários (18,8%), ex-alunos 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.

Outra conclusão extraída da tabela 4.36 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).

Tabela 4.36. 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.

O gráfico 4.6 mostra 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 (71,4%).

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.

No entanto, o grau de relevância dado a todas as formas de relacionamento é bastante alto pois, 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. Com uma clara vantagem para as relações mais interativas que são consideradas importantes por mais de 81% dos respondentes.

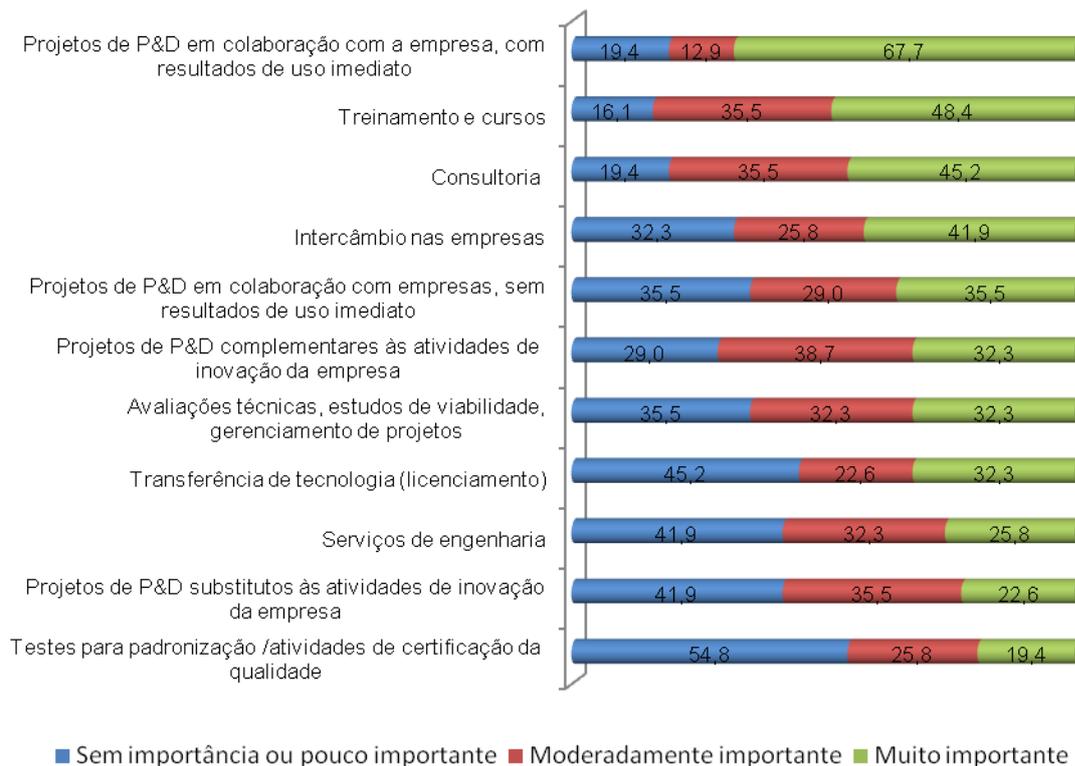


Gráfico 4.6. Grau de importância dos relacionamentos mantidos com as empresas.

Fonte: Dados da pesquisa.

No que tange aos resultados obtidos pelos relacionamentos interativos, conforme o gráfico 4.7 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.

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.

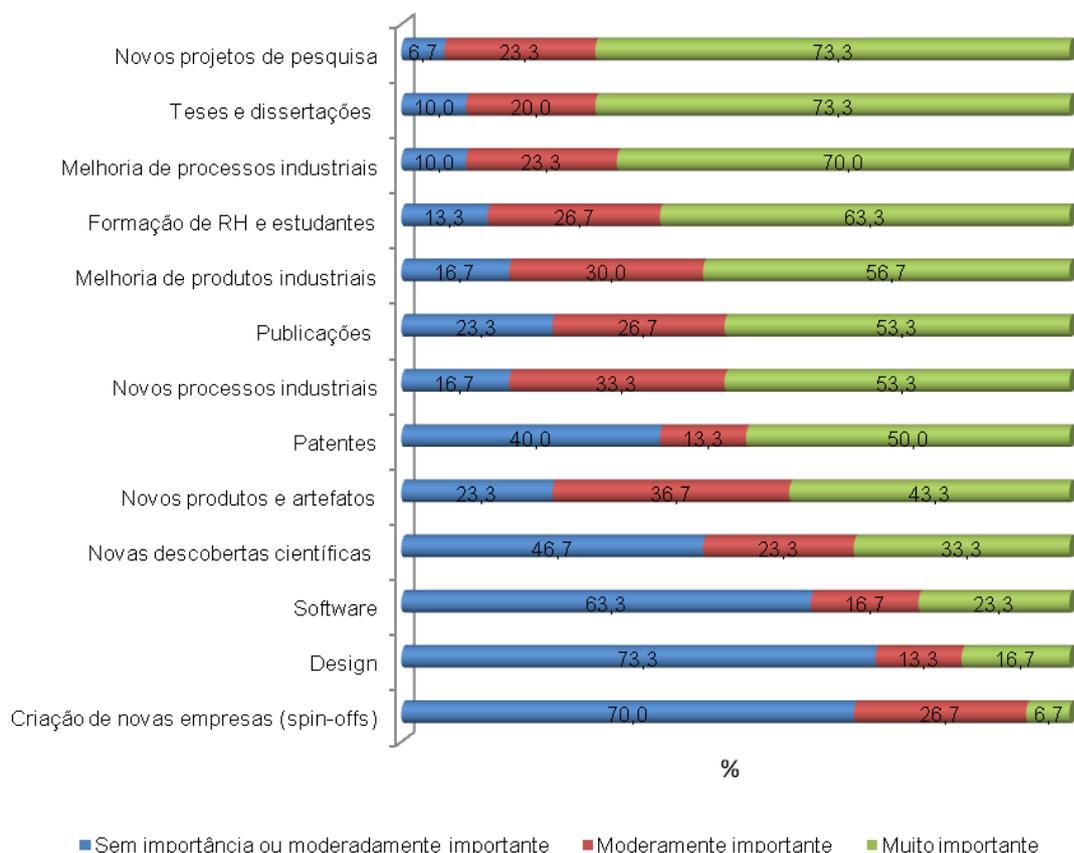


Gráfico 4.7. Grau de importância dos resultados obtidos pelos relacionamentos cooperativos com empresas.

Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico 4.8 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.

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 4.1 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.

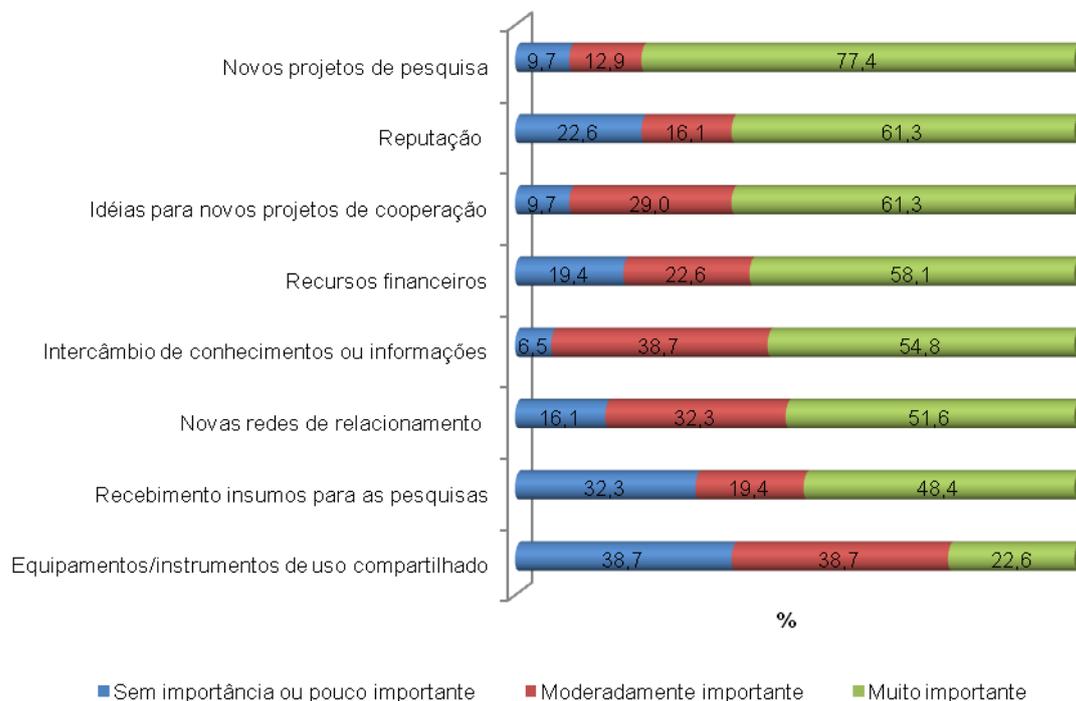


Gráfico 4.8. Grau de importância dos principais benefícios do relacionamento com empresas.

Fonte: Dados da 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 o gráfico 4.9, há um significativo equilíbrio entre esta e outras motivações que dizem respeito ao financiamento da pesquisa, ao desconhecimento mútuo e à capacidade absorptiva 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.

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.

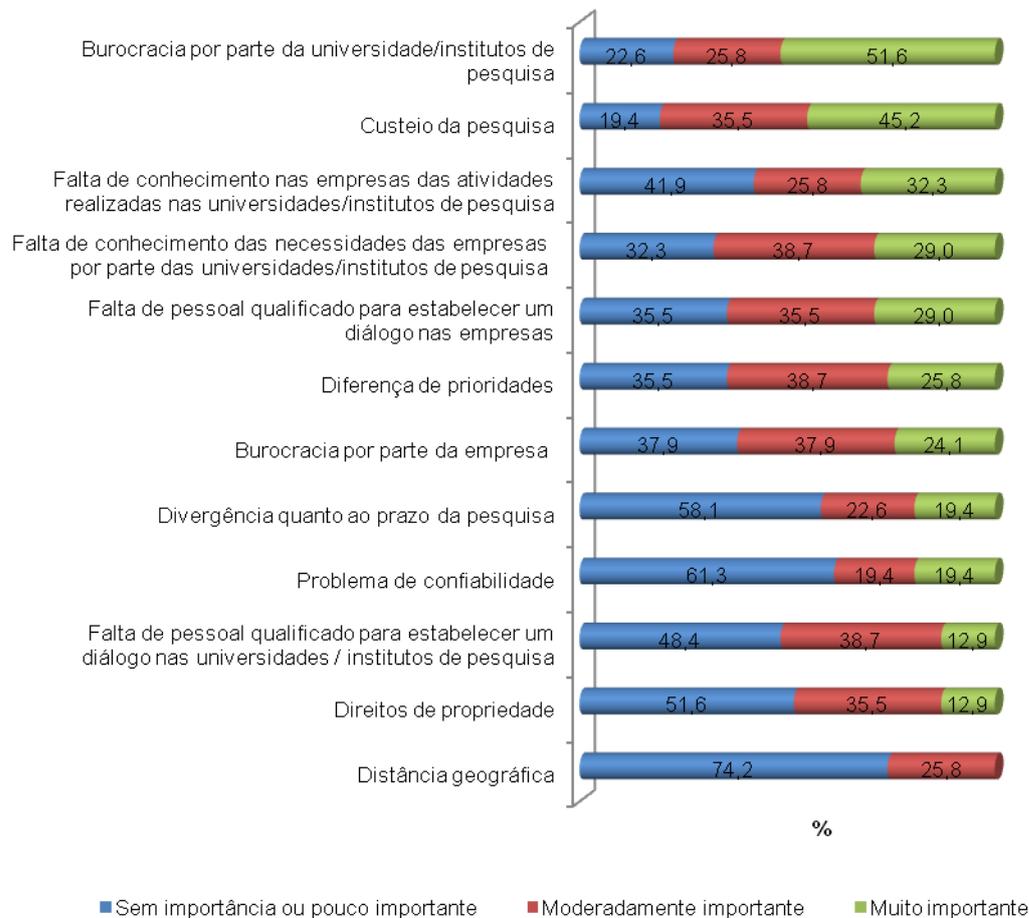


Gráfico 4.9. Dificuldades do relacionamento com empresas.

Fonte: Dados da pesquisa.

Como revela o gráfico 4.10, 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 4.31 e 4.32).

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.

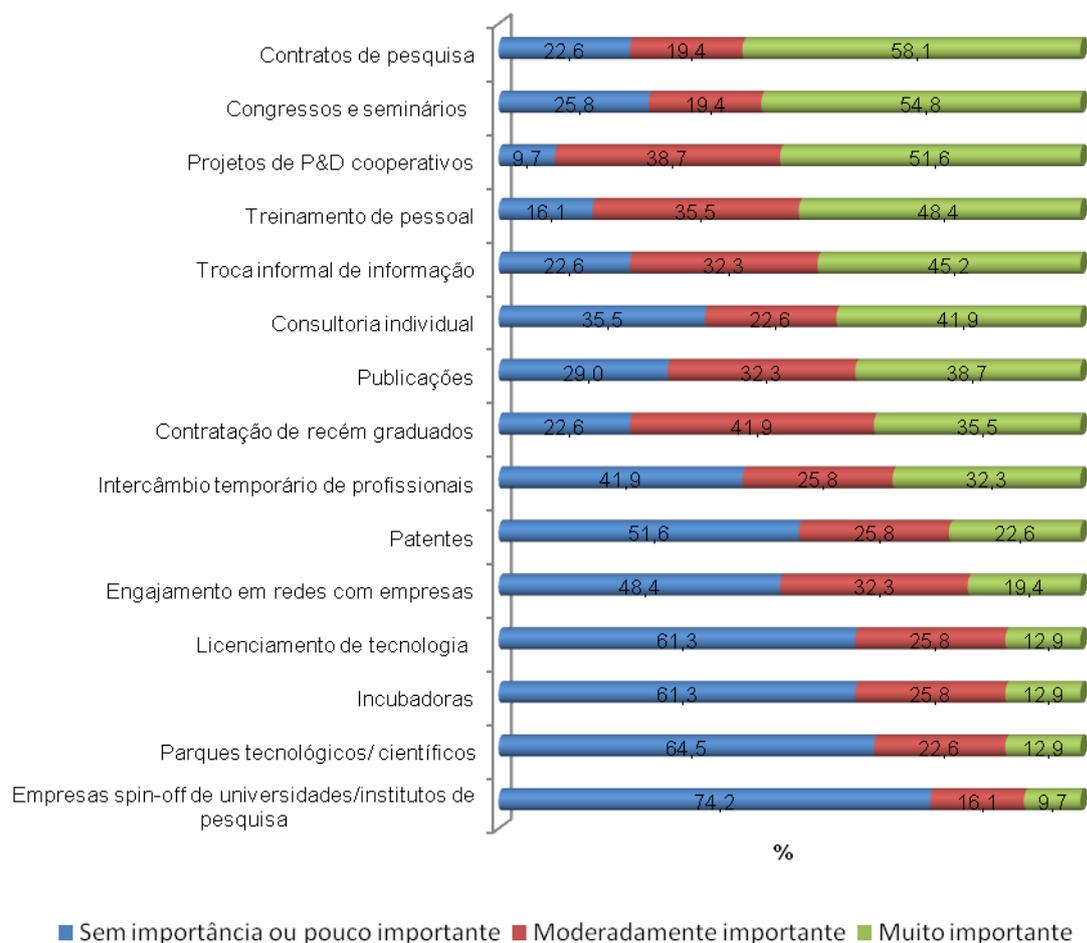


Gráfico 4.10. Grau de importância dos canais de transferência de conhecimento do pesquisador para as empresas.

Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 4.1⁶⁹ 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

⁶⁹ A figura foi elaborada com o software UCINET.

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 mantêm 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' (código CNAE 24) 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 dos pesquisadores da EMM extraído do Censo de 2008 do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e o comportamento das empresas da 'Metalurgia básica' identificado 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.

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 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, conforme pode ser visto na figura 1.

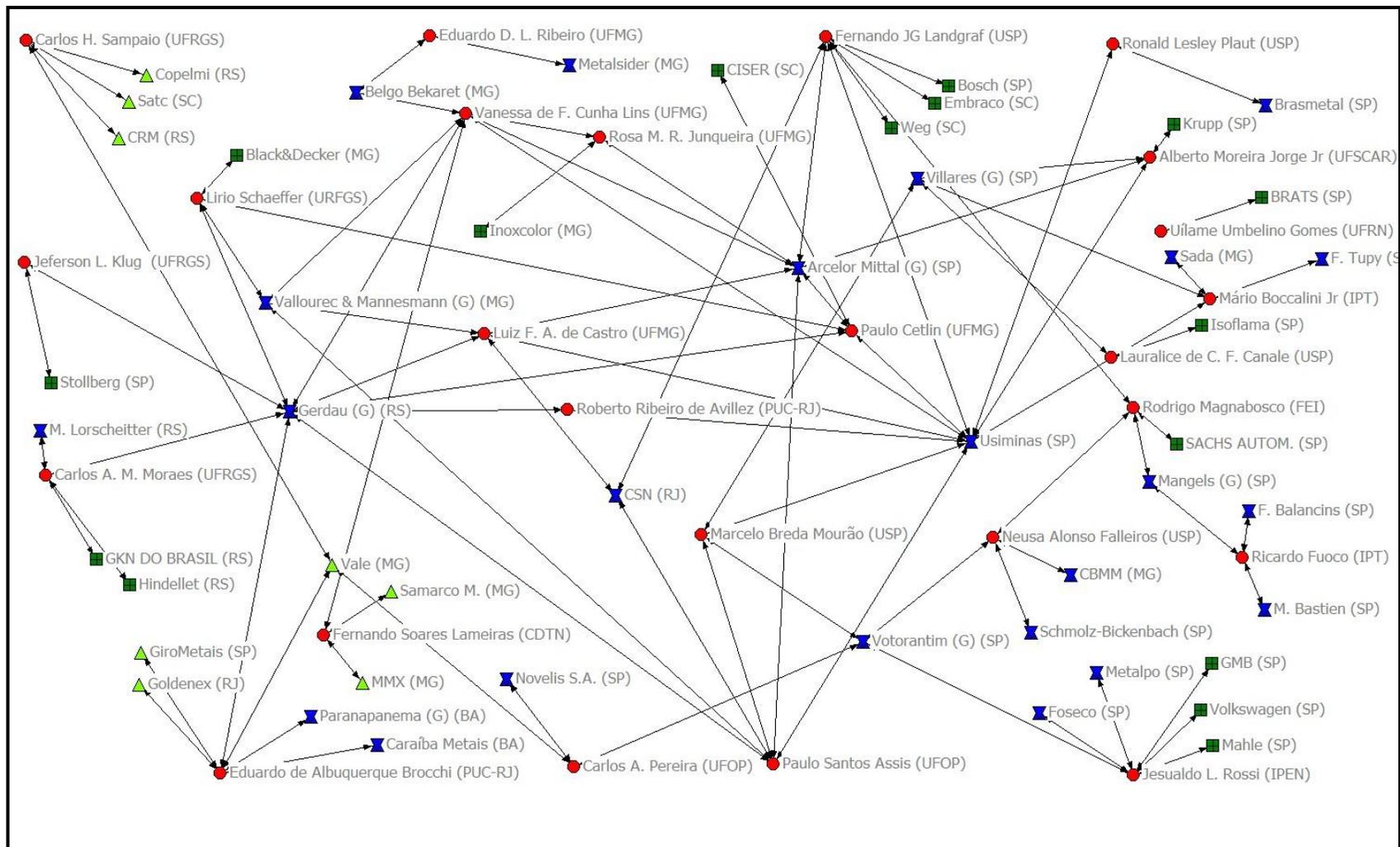


Figura 4.1. Rede de interações de pesquisadores da EMM e indústrias da cadeia produtiva da Metalurgia Básica.

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, conseqüentemente, 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 (ver quadro anexo 3). Portanto, a produtividade da pesquisa científica ou tecnológica, critério utilizado pelo CNPq⁷⁰ para concessão de bolsa, coincide com os parâmetros adotados por pesquisadores e pela IMB.

A figura 4.2⁷¹ 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.

⁷⁰ Os critérios adotados pelo CNPq para a concessão de Bolsa de Produtividade em Pesquisa são: a) produção científica; b) formação de recursos humanos em nível de Pós-Graduação; c) contribuição científica e tecnológica e para inovação; d) coordenação ou participação principal em projetos de pesquisa, e e) participação em atividades editoriais e de gestão científica e administração de instituições e núcleos de excelência científica e tecnológica. Quanto à Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora os critérios são: a) Patentes depositadas; b) Desenvolvimento de produtos ou processos não patenteados; c) Publicações de natureza tecnológica tais como: artigos em periódicos, livros manuais e folhetos técnicos; d) Softwar; e) Transferência de Tecnologia para o Setor Produtivo ou para o Setor Público e f) Formação de Recursos Humanos e Outras Atividades.

⁷¹ A figura foi elaborada com o software UCINET.

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.

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, conforme pode ser verificado no quadro anexo 3, a lista de indicações surpreende em função da diversidade de áreas de investigação. 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 Brito et al (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.

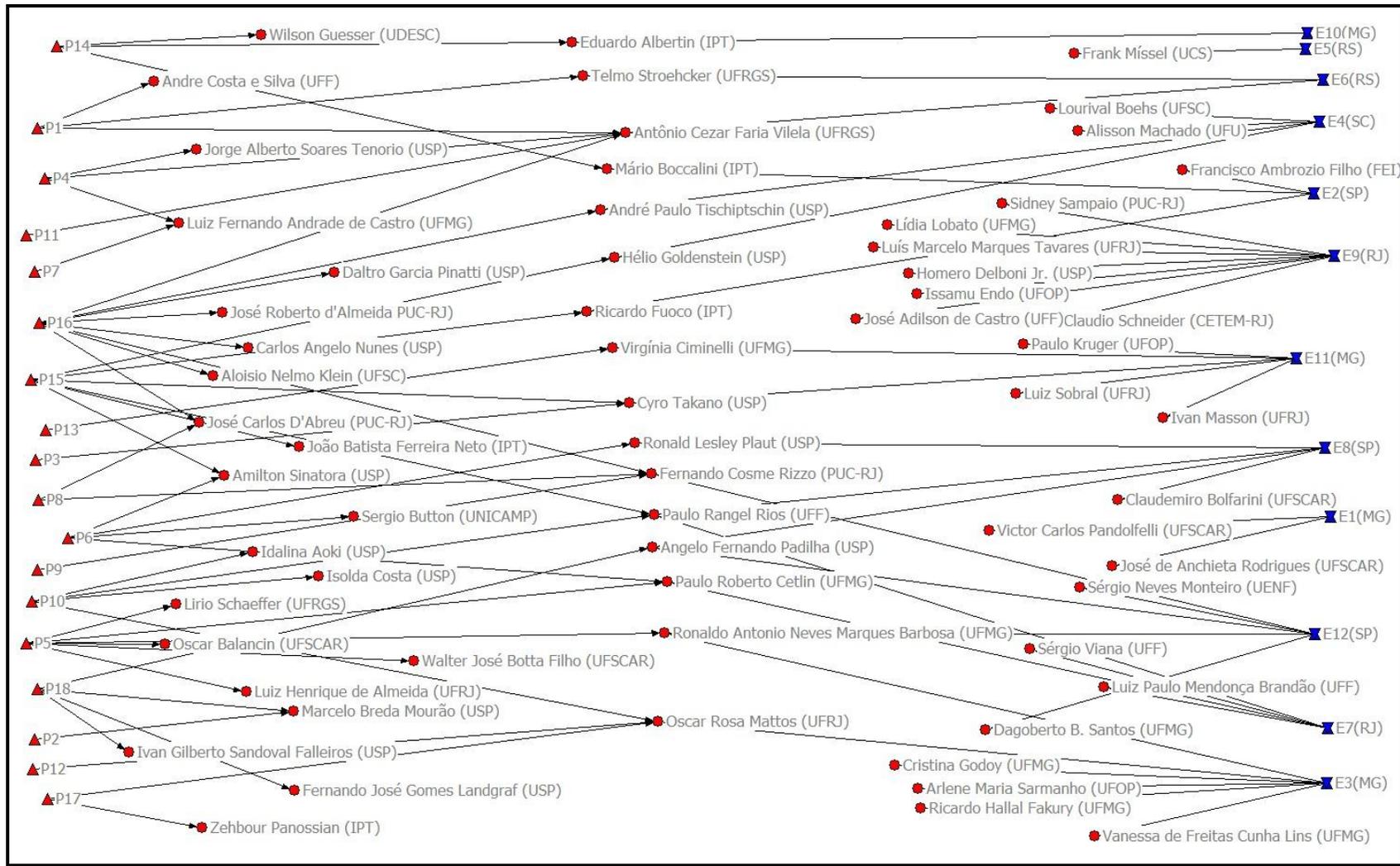


Figura 4.2. Reconhecimento

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

Fonte: Dados da pesquisa.

4.5 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 do fato deles dedicarem a maior parcela da jornada de trabalho às atividades de pesquisa. Conforme pode ser verificado na tabela 4.37, em média, 38% da jornada é atribuída à pesquisa e aproximadamente 16% às atividades interativas com empresas. Além disto, 18 pesquisadores são 'Bolsista de Produtividade em Pesquisa' e 4 'Bolsista de Produtividade Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora' do CNPq.

Tabela 4.37. Distribuição do tempo entre as atividades selecionadas.

Atividade	Tempo dedicado %
Pesquisa	38,0
Ensino	24,5
Funções administrativas	15,0
Interações com Empresas	15,8
Curso de extensão	4,5
Serviços comunitários	2,2

Fonte: Dados da pesquisa.

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, conforme quadro 4.20 a seguir.

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 68% deles são detentores de Bolsa de Produtividade do CNPq (4 bolsistas de Produtividade Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora).

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.

Todos os respondentes 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.

O quadro 4.20 identifica os pesquisadores entrevistados e as organizações onde atuam. Como pode ser conferido, mais de 77% dos pesquisadores está na região sudeste do país, número bastante próximo ao já constado na concentração dos cursos da EMM e dos empregos gerados pelo setor de metalurgia básica.

Quadro 4.20. Pesquisadores entrevistados.

Pesquisador	Universidade ou Instituto de Pesquisa	UF
Fernando Soares Lameiras	CTDN	MG
Eduardo Delano Leite Ribeiro	UFMG	MG
Luiz Fernando Andrade de Castro	UFMG	MG
Paulo Cetlin	UFMG	MG
Rosa Maria Rabelo Junqueira	UFMG	MG
Vanessa de Freitas Cunha Lins	UFMG	MG
Carlos Alberto Pereira	UFOP	MG
Paulo Santos Assis	UFOP	MG
Gelmires de Araújo Neves	UFCG	PB
Carlos Alberto Mendes Moraes	UFRGS	RS
Carlos Hoffmann Sampaio	UFRGS	RS
Jeferson Leandro Klug	UFRGS	RS
Lirio Schaeffer	UFRGS	RS
Marco Antônio Durlo Tier	UNIPAMPA	RS
Adriana Forero Ballesteros	PUC-RJ	RJ
Eduardo de Albuquerque Brocchi	PUC-RJ	RJ
Roberto Ribeiro de Avillez	PUC-RJ	RJ
Uílame Umbelino Gomes	UFRN	RN
Rodrigo Magnabosco	FEI	SP
Jesualdo Luiz Rossi	IPEN	SP
Mário Boccalini Jr	IPT	SP
Ricardo Fuoco	IPT	SP
Alberto Moreira Jorge Júnior	UFSCAR	SP
Nelson Guedes de Alcântara	UFSCAR	SP
Sérgio Tonini Button	UNICAMP	SP
Evaldo Toniolo Kubaski	USP	SP
Fernando JG Landgraf	USP	SP
Lauralice de Campos Franceschini Canale	USP	SP
Marcelo Breda Mourão	USP	SP
Neusa Alonso Falleiros	USP	SP
Ronald Lesley Plaut	USP	SP

Fonte: Dados da pesquisa.

CONCLUSÕES

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, o objetivo de desvendar o comportamento inovativo da 'Indústria de Metalurgia Básica' no território nacional foi norteado por três problemas distintos e interligados, quais sejam:

- Por que uma indústria madura e de baixa intensidade tecnológica, a 'Metalurgia básica' especificamente, mantém um elevado grau de interatividade com a infraestrutura científico-tecnológica?
- Quais as razões para as elevadas interatividade e competitividade da 'Metalurgia básica' não resultarem em um perfil inovativo positivamente diferenciado na PINTEC?
- Quais os imperativos e características das interações entre a 'Metalurgia Básica' e os pesquisadores da área de conhecimento da 'Engenharia Metalúrgica e de Materiais'?

Para responder às questões-problema e possibilitar uma melhor compreensão acerca do comportamento inovativo da 'Metalurgia básica' foi utilizada a abordagem da Escola Evolucionária Neo-Schumpeteriana que identifica na interação entre as atividades de P&D desenvolvidas pelas empresas e infraestrutura científica e tecnológica e na capacidade das empresas para absorver e gerar novos conhecimentos, implementar e disseminar processos e produtos originais, as principais forças motrizes para a inovação.

As inovações, por sua vez, são definidas como fenômenos contingentes no sentido em que são conformadas num dado contexto local, concorrencial, organizacional e institucional. Logo, o comportamento inovativo das empresas decorre da realidade em que as mesmas estão inseridas.

Com base nesse instrumental teórico foi elaborado o perfil inovativo da IMB na PINTEC 2008 e, adicionalmente, este perfil foi confrontado com o padrão inovativo dos outros setores da indústria de transformação nacional, bem como com a conduta inovativa da IMB de outros países.

Adicionalmente, foram realizadas entrevistas com executivos da IMB brasileira e pesquisadores da Engenharia de Materiais e Metalurgia, área do conhecimento com a qual a IMB nacional mantém o maior número de seus relacionamentos com a infraestrutura tecnológica e científica, registrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq.

Em síntese, em todas as etapas da pesquisa foi possível identificar uma forte assimetria da IMB. Em primeiro lugar, segundo os dados da PINTEC, há assimetria entre o comportamento inovativo da IMB brasileira e as expectativas teóricas decorrentes de sua elevada competitividade no comércio internacional e também de sua identificação como um setor intensivo em escala. Em segundo lugar, a IMB revelada na PINTEC apresenta comportamento incompatível com as suas congêneres internacionais.

Nessas duas primeiras etapas, as assimetrias têm origem no baixo desempenho inovativo que, conforme o esperado, está associado a esforços também muito baixos. No entanto, não condizem com a performance exportadora, com a conduta de busca de uma indústria intensiva em escala ou com o comportamento apresentado pelos concorrentes internacionais.

Em terceiro lugar, há assimetria entre o perfil da IMB extraído da PINTEC e o revelado pelo Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e pelas entrevistas com os partícipes do Sistema Setorial de Inovação composto por firmas do setor e pesquisadores da infraestrutura tecnológica e científica na área de Engenharia de Materiais e Metalurgia. Neste caso, a discrepância decorre da identificação de uma indústria interativa, inovadora e de elevados esforços inovativos. O que é condizente com as proposições teóricas e com o comportamento apresentado por suas concorrentes internacionais, no entanto, destoam da análise resultante dos dados da PINTEC.

Esse último conjunto de assimetrias decorre das características estruturais da IMB nacional e é reduzido, ou mesmo desaparece, na medida em que o comportamento setorial é construído a partir das empresas que definem o desempenho econômico e tecnológico da indústria, ou seja, num setor em que é grande o número de empresas em atuação, mas é elevada a concentração econômica, o conjunto de empresas que define o perfil setorial é restrito e é este que deve ser considerado nas tentativas de estabelecimento do comportamento setorial.

Neste sentido, quando observado o comportamento da IMB elaborado a partir das entrevistas com empresas e pesquisadores, as incongruências com o instrumental teórico e com o comportamento de suas congêneres internacionais desaparecem e é revelada uma indústria com elevados esforços inovativos e desempenho inovador.

Assim, esta seção sintetiza os argumentos e conclusões apresentadas ao longo dos capítulos anteriores e sugere possíveis desdobramentos para pesquisas futuras.

Motivação para a interação

As empresas da IMB que mantêm relações cooperativas com Universidades e institutos de pesquisa são, sem exceção e independentemente do tamanho, 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 de P&D suscita a necessidade de interações, logo, as atividades internas não suprem as demandas inovativas do setor.

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: 'realização de testes necessários para produtos e processos da firma', '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'. E também pelas

'Universidades' serem consideradas fontes relevantes de informação para a conclusão de 'projetos já existentes'.

O sucesso das relações já desenvolvidas é uma segunda motivação para o estabelecimento de novos relacionamentos, bem como para a longevidade dos já existentes e, sob esta perspectiva, é fundamental que os relacionamentos sejam satisfatórios para todas as partes envolvidas. Satisfação esta que também é revelada pelos relatos dos pesquisadores da EMM.

Por sua vez, o fato dos resultados auferidos pelas interações serem satisfatórios para os pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa, explica a forte vinculação de suas pesquisas aos objetivos do setor industrial e, por decorrência desta vinculação, a confiança das empresas de que suas demandas futuras de conhecimento científico e tecnológico sejam atendidas pelas pesquisas desenvolvidas nas universidades e institutos de pesquisa.

Em suma, é possível afirmar que as pesquisas desenvolvidas intramuros são insuficientes para atender as demandas tecnológicas da IMB, o que a leva a uma conduta de busca interativa. Ao mesmo tempo, o fato das interações atenderem às demandas de empresas e pesquisadores da infraestrutura científica e tecnológica resulta num círculo virtuoso dos relacionamentos cooperativos, característica identificada tanto na IMB brasileira quanto na europeia.

Perfil econômico e inovativo

A 'Metalurgia básica' congrega as atividades de conversão de minérios ferrosos e não ferrosos em produtos metalúrgicos e é composta de 5 segmentos distintos, quais sejam: Produção de ferro-gusa e ferroliga, Siderurgia, Produção de tubos de aço exceto tubos sem costura, Metalurgia de metais não ferrosos e Fundição.

Sob a perspectiva econômica, a IMB brasileira é uma indústria exportadora (mais de 27% da receita líquida do setor tem sua origem nas exportações), intensiva em

escala, fortemente concentrada e de elevada competitividade internacional (o país é o quinto maior exportador líquido de aço do mundo).

O grau de concentração econômica, medida pelo pessoal ocupado nas 12 maiores empresas (CR-12), não é homogêneo entre os segmentos que compõem a IMB e varia de 36% (Fundição) a 73% (Siderurgia), resultando que, na média dos distintos segmentos, 51% dos empregos do setor sejam gerados pelas suas 12 maiores empresas.

No tocante ao tamanho, os dados da PIA-2008, acusam a existência de 1.930 empresas o que, somado ao elevado grau de concentração, resulta na existência de um grande número de pequenas firmas com baixa expressividade econômica e, conseqüentemente, na dificuldade para a obtenção de um perfil setorial, baseado nos dados da PINTEC, efetivamente condizente com o comportamento e o desempenho inovativo das empresas que determinam o desempenho econômico da IMB e sua relevância para a economia nacional (são 3,6% dos empregos, 9,1% do valor da produção e 14,7% das exportações da indústria de transformação).

Elaborado a partir dos dados da PINTEC, o perfil da IMB brasileira é de uma indústria de muito baixa atividade inovativa, interatividade e inovatividade. Perfil este não condizente com a conduta de suas concorrentes internacionais e as proposições teóricas que aliam competitividade com inovatividade e esta com interatividade. Adicionalmente, sendo a IMB internacional uma indústria inovativa e interativa, é mais que razoável supor que, para ser internacionalmente competitiva, a IMB brasileira apresente comportamento semelhante, no mínimo, para replicar as inovações introduzidas no mercado externo.

E o comportamento simétrico com o padrão inovativo do setor na economia internacional é revelado quando o perfil da indústria é extraído de uma amostra composta, fundamentalmente, de empresas de médio ou grande porte (aproximadamente 86% das entrevistadas), o que é compatível com as características estruturais do setor (elevada concentração e escala-intensiva) e a concepção schumpeteriana de que são as grandes empresas aquelas mais habilitadas a assumirem os riscos das atividades inovativas.

Ademais, a análise dos dados da PINTEC demonstra que todos os outros setores da indústria de transformação brasileira com características semelhantes (alta relevância das exportações na geração da receita, grande número de empresas, elevada concentração econômica e baixa densidade tecnológica) apresentam resultados inovativos com baixa aderência aos pressupostos teóricos acerca da relação entre desempenho exportador e inovativo.

Por outro lado, na maioria dos países da União Europeia, a IMB se assemelha à brasileira em virtude da representatividade nas exportações de suas respectivas economias. No entanto, diferencia-se no tocante aos elevados esforços e desempenho inovativo e do pequeno número de firmas presentes no mercado europeu.

Um terceiro indicador das distorções provocadas pelo grande número de firmas de baixa expressividade econômica é o caso da indústria brasileira de 'Fumo' que tem características semelhantes à IMB, exceto no tocante ao número de empresas⁷² o que possibilita a definição de um perfil inovativo, segundo a mesma PINTEC, não só compatível com as proposições teóricas como semelhante ao das suas congêneres da União Europeia e, ao mesmo tempo, das empresas brasileiras de alta densidade tecnológica.

Nesse sentido, eliminado o elemento dispersante, representado pelo grande número de empresas ou de pequenas empresas de baixa relevância econômica, o perfil inovativo da 'Metalurgia básica' é o de uma indústria inovadora, de elevados esforços inovativos e alto grau de interatividade. O que demonstra a coerência dos preceitos teóricos e o alinhamento da IMB nacional com o padrão setorial de inovação da IMB internacional.

Além disto, a IMB resultante das entrevistas com empresas e pesquisadores da infraestrutura científica e tecnológica destaca-se por, como as suas congêneres internacionais e mesmo sendo uma indústria de baixa densidade tecnológica,

⁷² O universo amostral da indústria do 'Fumo' presente na PINTEC 2008 é de apenas 80 empresas, sendo 16 delas consideradas inovadoras.

apresentar desempenho e esforço inovativo acima da média da indústria de transformação nacional.

Do elevado esforço inovativo empreendido pela IMB resulta a formação de um sistema setorial de inovação diferenciado no cenário nacional em função do grande número de relacionamentos interativos com a infraestrutura científica e tecnológica, da amplitude temática dos esforços de pesquisa envolvidos, da longevidade das relações cooperativas e, tendo em vista a relevância da IMB para a determinação do desempenho econômico do país (tanto em função de sua performance exportadora quanto da sua condição de indústria básica), da reduzida presença de apoio público.

Imperativos e características das interações entre IMB e EMM

Como visto anteriormente, a principal motivação da IMB para o estabelecimento de relacionamentos interativos com universidades e institutos de pesquisa é a complementação de suas atividades internas de P&D. 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.

Empresas e pesquisadores da metalurgia mantêm diversos relacionamentos simultâneos que, no caso das firmas, são estabelecidos em função das áreas de excelência dos pesquisadores e, particularmente para as empresas de maior porte, sofrem pouca influência da proximidade geográfica.

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 já elevado poder de inovação que não é revelado na análise dos dados da PINTEC em função da estrutura setorial concentrada, em termos econômicos, e atomizada no tocante ao número de empresas. O que sugere que o peso atribuído às pequenas empresas é excessivo, ao menos em setores intensivos em escala e caracterizados pela elevada concentração econômica.

A definição equivocada do perfil tecnológico destes setores resulta no 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 baixa inovatividade.

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 inovador das indústrias brasileiras de baixa intensidade tecnológica, particularmente, o caso daquelas que já apresentam elevada exposição à concorrência internacional. Adicionalmente, faz-se fundamental elucidar as peculiaridades de suas estruturas econômicas e competitivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERNATHY, William J. and UTTERBACK, James M. (1978). *Patterns of Industrial Innovation*. In: *Technology Review*, vol. 50, nº 7, jun-jul, 1978.

ABIKO, Alex Kenya (2009). *Engenharia urbana: conceitos e desafios*. Disponível em <<http://pcc2461.pcc.usp.br/EngenhariaUrbanaArtigoLivro.pdf>>. Acesso em 08 de dezembro de 2010.

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.

ALBUQUERQUE, Eduardo da M. (1999a). *National Systems of Innovation and Non-OECD Countries: Notes about a Tentative Taxonomy*. *Revista de Economia Política*, Vol 19, nº 4, Out-Dez – 1999.

ALBUQUERQUE, Eduardo da M. (1999b). *Scientific Infrastructure and Catching-Up Process: Notes about a Relationship Illustrated by Science and Technology Statistics*. *Rev. Bras. Econ.* [online]. 2001, vol.55, n.4, pp. 545-566. ISSN 0034-7140. doi: 10.1590/S0034-71402001000400005.

ALBUQUERQUE, Eduardo da M; SILVA, Leandro A. e PÓVOA, Luciano M. C. (2005). *Diferenciação Intersectorial na Interação entre Empresas e Universidades no Brasil*. *São Paulo em Perspectiva*, 19(1): 95-104.

ALCÂNTARA, Nelson Guedes e ANTUNES, João L. Barros (1988). *Intercâmbio Universidade-Empresa estudo conjunto UFSCAR-USIMINAS sobre a Soldabilidade de Aços Estruturais*. In WOLYNEC, STHEPAN (Coord.). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil*. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 1988.

ALVES, Rozane (2008). *O setor confecções de vestuário e acessórios: estratégias competitivas*. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.

ANDERSEN, Esben S. (1995). *Neo- and Post-Schumpeterian Contributions to Evolutionary Economics*. Paper to the Conference on Economics and Evolution, Arranged by the Belgian-Dutch Association for Post-Keynesian Economics, Utrecht, 10 November 1995

- ANDERSEN, Esben S. (2008a). *Fundamental Fields of: Post-Schumpeterian Evolutionary Economics*. DRUID Working Paper 08-25. Department of Business Studies, Aalborg.
- ANDERSEN, Esben S. (2008b). The essence of Schumpeter's evolutionary economics: A centennial appraisal of his first book. Paper for the International Schumpeter Society Conference, Rio de Janeiro, 2–5 July 2008.
- ARCHIBUGI, Daniele (2001): Pavitt's taxonomy sixteen years on: A review article. In: *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 10, pp. 415-425.
- ARCHIBUGI, Daniele; CESARATTO, Sergio and SIRILLI, Giorgio (1991). *Sources of innovative activities and industrial organization in Italy*. *Research Policy*, v.20, p. 299-313.
- AROCENA, Rodrigo and SUTZ, Judith (2000a). *Looking at National System of Innovation from the South*. *Industry and Innovation*, Volume 7, Number 1, 1 June 2000 , pp. 55-75(21), 2000.
- AROCENA, Rodrigo and SUTZ, Judith (2000b). *Interactive Learning Spaces and Development Policies in Latin America*. DRUID Working Paper No 00-13, DRUID, Copenhagen Business School, Department of Industrial Economics and Strategy/Aalborg University, Department of Business Studies. December, 2000
- AROCENA, Rodrigo and SUTZ, Judith (2002). *Innovation Systems and Developing Countries*. DRUID Working Papers 02-05, DRUID, Copenhagen Business School, Department of Industrial Economics and Strategy/Aalborg University, Department of Business Studies.
- ARVANITIS, Spyros; KUBLI, Ursina and WOERTER, Martin (2008). *University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: What university scientists think about co-operation with private enterprises*. *Research Policy* 37 (2008) 1865–1883.
- ASHEIM, Bjorn T. and GERTLER, Meric s. (2005). *The Geography of Innovation Regional Innovation Systems*. In Fagerberg / *The Oxford Handbook of Innovation*
- AUTIO, Erko and, HAMERI, Ari-Pekka (1995). *The Structure and Dynamics of Technological Systems: a Conceptual Model*. *Technology in Society*. Vol. 17, No. 4, pp. 365-384, 1995.
- BECKER, Marcus (2006). *The concept of routines twenty years after Nelson and Winter (1982) A review of the literature*. DRUID Working Paper, No. 03-06.
- BEKKERS, Rudi and FREITAS, Isabel M. B. (2008). *Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter?*. *Research Policy* 31 (2008) 1837-1853
- BEKKERS, Rudi and FREITAS, Isabel M. de A. B. (2007). Exploring patterns of knowledge transfer from university to industry: Do sectors matter? Invited talk at the workshop on University-Industry linkages in the Netherlands: Research Issues and Policy Challenges. Eindhoven, 16 April 2008.

BERGEK, Anna; JACOBSSON, Staffan; CARLSSON, Bo, LINDMARK, Sven and RICKNE, Annika (2008): *Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: a scheme of analysis*. Research Policy, 37 (3): 407-429.

BERGER, Martin (2009). The innovation- productivity link – comparing Thailand with a sample of OECD countries. Paper presented at the 6th Asialics International Conference Linkages in Innovation Systems: Global and Local Perspectives Sub-Theme: Innovation surveys and indicators 6-7 July 2009 Hong Kong University of Science and Technology. Disponível em <http://asialics6.ust.hk/essay_ao/Berger_Martin_017_May26.pdf>. Acesso em 16 de outubro de 2011.

BINDER, Martin and BROEKEL, Tom (2007). *The Regional Dimension of Knowledge Transfers - A Behavioral Approach*. Industry & Innovation, Vol. 14(2), 2007, 151 - 175.

BRENNENRAEDTS, Reginald; BEKKERS, Rudi and VERSPAGEN, Bart (2006). *The different channels of university-industry knowledge transfer: Empirical Evidence from Biomedical Engineering*. Ecis Working-paper No. 06.04, Eindhoven: Ecis, 22 pp., 2006.

BRESCHI, Stefano and MALERBA, Franco (2006). *Clusters, Networks and Innovation. Research Results and New Directions*. Oxford: Oxford University Press, 2005, p. 1-28.

BRISOLLA, Sandra; CORDER, Solange; GOMES, Erasmo; MELLO, Débora (1997). *As relações universidade-empresa-governo: um estudo sobre a Universidade Estadual de Campinas*. Revista Educação e Sociedade. Campinas, n. 61, p.187-209, jan. 1998. (número especial sobre Tecnologia, Trabalho e Educação).

BRITTO, Jorge; DEL-VECCHIO; Renata; OLIVEIRA, Bruno Ferreira de Padrões de (2011). *Interação universidade-empresa no Brasil; uma análise exploratória a partir das medidas de centralidade da teoria de grafos*.

BRITO CRUZ, Carlos H. de (1996). *Investimentos em C&T: uma comparação da situação brasileira com a de outros países desenvolvidos e em desenvolvimento*. Trabalho apresentado no Simpósio Pesquisa Pública e Privada, Dep. Bioquímica Médica, UFRJ, 1996. Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~brito/artigos/publpriv/c&t05.html>>. Acesso em 29 de setembro de 2006.

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.

BUSSAB, Wilton de Oliveira; MIAZAKI, Edina Shizue e ANDRADE, Dalton Francisco (1990). *Introdução à Análise de Agrupamentos*. Associação Brasileira de Estatística. ABE. 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. São Paulo, julho de 1990.

CAMPOS, Bruno César (2005). *Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira em 2000*. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense. Disponível em <http://www.uff.br/cpgeconomia/novosite/arquivos/tese/2005-bruno_campos.pdf>. Acesso em 26 de Julho de 2011.

- CAMPOS, Bruno César e RUIZ, Ana Urraca (2009). *Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira*. Revista Brasileira de Inovação, Rio de Janeiro (RJ), 8 (1), p.167-210, janeiro/junho 2009
- CARLSSON, Bo and STANKIEWICZ, Rikard (1991). *On the nature, function and composition of technological systems*. Journal of Evolutionary Economics I (2): 93–118
- CARLSSON, Bo; JACOBSSON, Staffan; HOLMÉN, Magnus and RICKNE, Annika (2002). *Innovation systems: analytical and methodological issues*. Research Policy 31 (2002) 233-245.
- CARVALHO, Enéas G. (2008). *Inovação tecnológica na indústria automobilística: características e evolução recente*. Economia e Sociedade, Campinas, v. 17, n. 3 (34), p. 429-461, dez. 2008.
- CASSIOLATO, José E. (1992). *A Conexão entre Usuários e Produtores de Alta Tecnologia: Um Estudo de Caso da Automação Bancária no Brasil*. Ensaios FEE, Porto Alegre, Vol. 13, No 1 (1992).
- CASTELACCI, Fulvio (2006a). *A critical realist interpretation of evolutionary growth theorizing*. Cambridge Journal of Economics, vol. 30, no. 6. Oxford, Oxford University Press. p. 861–880.
- CASTELACCI, Fulvio (2006b). *The interactions between national systems and sectoral patterns of innovation. A cross-country analysis of Pavitt's taxonomy*. Paper for the DIME workshop on Dynamics of Knowledge Accumulation, Competitiveness, Regional Cohesion and Economic Policies, 2 – 4 February 2006, WIIW, Vienna.
- CASTELLACCI, Fulvio (2004). *How does innovation differ across sectors in Europe? Evidence from the CIS-SIEPI database*. Proceedings from the Second Globelics Conference on Innovation Systems and Development, Emerging Opportunities and Challenges, Tsinghua University, Beijing, 2004.
- CASTELLACCI, Fulvio. and ZHENG, Jinghai (2010). *Technological regimes, Schumpeterian patterns of innovation and firm level productivity growth*. Industrial and Corporate Change, Volume: 19, Issue: 6, Pages: 1829-1865.
- CASTRO, Daniela Fernandes de (2010). *Padrões Setoriais da Inovação Tecnológica na Indústria Brasileira: Uma Análise de Cluster a Partir da Pintec*.
- CERQUEIRA, Hugo E. A. da G. (2000). *A economia evolucionista: um capítulo sistêmico da teoria econômica?*. Análise Econômica, Porto Alegre, v. 20, n. 37, p. 55-79, 2002.
- CGEE (2008). *Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008.
- CHAIMOVICH, Hernan (2000). *Brasil, ciência, tecnologia: alguns dilemas e desafios*. Estudos Avançados. São Paulo, v. 14, n. 40, Dec. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142000000300014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 de Julho de 2011.

COCKBURN, Ian M. and HENDERSON, Rebecca M. (1998). Absorptive Capacity, Coauthoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery. *Journal of Industrial Economics*, Volume 46, pages 157-182.

COCKBURN, Ian, and HENDERSON, Rebecca (1997). Public-Private Interaction and the Productivity of Pharmaceutical Research. NBER Working Paper 6018. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

COHEN, Wesley M. and WALSH, John P. (2000). *Public research, patents and implications for industrial R&D in the drug, biotechnology, semiconductor and computer industries*. In C.W. Wessner, ed., *Capitalizing on New Needs and New Opportunities: Government-Industry Partnerships in Biotechnology and Information Technologies*, Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. pp 223-243.

COHEN, Wesley M.; FLORIDA, Richard and GOE, W. Richard (1994). *University-Industry Research Centers in the United States*, (Pittsburgh: Carnegie Mellon University).

COHEN, Wesley M.; NELSON, Richard R. and WALSH, John P. (2000). Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why U.S. Manufacturing firms patent (or not). Cambridge, Mass., National Bureau of Economic Research.

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.

COLYVAS, Jeannette; CROW, Michael; GELIJNS, Annetine; MAZZOLENI, Roberto; NELSON, Richard R. ROSENBERG, Nathan; Sampat, Bhaven N. (2002). *How do university inventions get into practice?* *Management Science*, 48 (1):61-72.

COOKE, Phil. (2001). *Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy*. *Industrial and Corporate Change*, 10 (4):945-974.

COOKE, Phillip; URANGA, Mikel Gomez and ETEXBARRIA Goio (1997). *Regional innovation systems: institutional and organizational dimension*. *Res. Policy* 1997; 26:475–91.

COSTA, Ana Cristina Rodrigues da; FILHA , Dulce Corrêa Monteiro e GUIDOLIN, Silvia Maria (2011). Inovação nos setores de baixa e média tecnologia. *BNDES Setorial*, 33, p. 379-420. Brasília, 2011.

D’COSTA, Anthony P. D. (2006). *Exports, University-Industry Linkages, and Innovation Challenges in Bangalore, India*. World Bank Policy Research Working Paper 3887, April 2006.

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.

DOSI, Giovanni (1988). *The nature of the innovative process*. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (eds.) *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, p. 221-238.

DOSI, Giovanni; PAVITT, Keith; SOETE, Luc (1990). *The Economics of Technical Change and International Trade*. Londres: Harvester Wheatsheaf, 1990.

DOSI, Giovanni (1997). *Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change*. The Economic Journal, Vol. 107, No. 444 (Sep., 1997), pp. 1530-1547.

ECLAC (2008). *Structural Change and Productivity Growth – 20 Years Late, Old Problems, New Opportunities*. United Nations, Santiago, Chile, 2008.

EDQUIST, Charles (2001a). *The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art*. DRUID Conference, Aalborg, June 12-15, 2001, Draft of 2001-06-01

EDQUIST, Charles (2001b). *Systems of Innovation for Development (SID)*. Background paper for the *Competitiveness, Innovation and Learning: Analytical Framework for the UNIDO World Industrial Development Report (WIDR)*, 2001. Disponível em <<http://www.unido.org/fileadmin/import/userfiles/hartmany/idr-edquist-paper-draft2.pdf>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2011.

EDQUIST, Charles and HOMMEN, Leif (1999). *Systems of innovation: theory and policy for the demand side*. *Technology in Society*, 21 (1999), 63-79.

FAGERBERG, Jan (2002). *A Layman's Guide to Evolutionary Economics*. Oslo: Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo. Working Paper

FAGERBERG, Jan (2004). *Innovation: a guide to the literature*. In: Fagerberg, J., D.C. Mowery and R.R. Nelson (Eds.). *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.

FAGERBERG, Jan and SRHOLEC, Martin. (2008). *National innovation systems, capabilities and economic development*. *Research Policy* 37 (2008) 1417–1435.

FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C and VERSPAGEN, Bart (2008). *Innovation-systems, path-dependency and policy: The co-evolution of science, technology and innovation policy and industrial structure in a small, resource-based economy*. DIME Working paper 2008.1 in the series on Dynamics of Knowledge Accumulation, Competitiveness, Regional Cohesion and Economic Policies (DIME Working Package 3.1) June 2008

FEINSON, Stephen (2003). *National Innovation Systems Overview and Country Cases. Sección 1. En Knowledge Flows and Knowledge Collectives: Understanding the Roles of Science and Technology Policies in Development* (pp13-38). Un proyecto para El Global Inclusion Program del Rockefeller Center. Disponível em:<<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/APCITY/UNPAN017425.pdf>>. Acesso em 02 de outubro de 2010.

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.

FIGUEIREDO, Paulo N. e VEDOVELLO, Conceição (2005). *Firm's Creative Capabilities the Supporting Innovation System and Globalization in Southern Latin America: a Bleak Technological Outlook or a Myopic Standpoint*. Discussion Paper Series from United Nations University. Disponível em: <<http://www.intech.unu.edu/publications/discussion-papers/2005-4.pdf>>. Acesso em 26 de julho de 2011.

FLORIDA, Richard (1999). *The Role of the University: Leveraging Talent, Not Technology*. Disponível em <<http://www.aaas.org/spp/yearbook/2000/ch31.pdf>>. Acesso em 26 de Julho de 2011.

FLORIDA, Richard and COHEN, Wesley M. (1999). *Engine or infrastructure? The university role in economic development*. In Branscomb, L.M., Kodama, F., Florida, R. (Eds.). *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkage in Japan and the United States*, The MIT Press, Boston, MA

FREEMAN, Chris and SOETE, Luc (1974). *A Economia da Inovação Industrial*. Campinas, Editora da UNICAMP, 2009.

FREEMAN, Christopher (1982). *Technological infrastructure and international competitiveness*. *Industrial and Corporate Change*, v. 13, n. 3, p.541-569, 2007.

FREEMAN, Christopher (1995). *The "National System of Innovation" in historical perspective*. *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1).

FREEMAN, Christopher (Editor) (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter Publishers, Londres.

GODDARD, John G. and ISABELLE, Marc (2006). *How do public laboratories collaborate with industry? New survey evidence from France*. Paris: Université Paris-Dauphine/Institut pour le Management de la Recherche et de l'Innovation (imri), 21 p. (Working papers; 0602), 2006.

GODEFROID, Leonardo Barbosa e RIBEIRO, Luiz Fernando Loureiro (1988). *Especialização em Controle de Qualidade – a Experiência em Pós-Graduação da Escola de Minas da UFOP*. In WOLYNEC, STHEPAN (Coord.). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil*. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 1988.

GODIN, Benoît (2004). *The New Economy: what the concept owes to the OECD*. *Research Policy* 33 (2004) 679–690.

GODIN, Benoît (2007). *National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective*. Disponível em: http://www.csiic.ca/PDF/Godin_36.pdf. Acesso em 15 de dezembro de 2008. Project on the History and Sociology of STI Statistics. Working Paper nº 36, 2007.

GODOY, José Martins; PIORKO, Ingo e LEAL, Francisco Lana (1988). *Interação Universidade-Indústria: O Exemplo do Departamento de Metalurgia da UFMG*. In WOLYNEC, STHEPAN (Coord.). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil*. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 1988.

GONÇALVES, Eduardo; LEMOS, Mauro. B. e DE NEGRI, João A. (2006). *Determinantes da inovação no Brasil: o papel da firma e do território*. In: Encontro Nacional de Economia, 2006, Salvador. XXXIV Encontro Nacional de Economia. Brasília : ANPEC, 2006. v. 34.

GONÇALVES, Eduardo; LEMOS, Mauro. B. e DE NEGRI, João A. (2007). *Determinantes do Esforço Inovador no Brasil*. Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia; ANPEC; Recife.

GREGERSEN, Birgitte and JOHNSON, Björn (2005). *Performance of Innovation Systems: Towards a Capability Based Concept and Measurements*. The Third Globelics Conference.

GUNNARSSON, Jan S. and WALLIN, Torsten (2008). *An Evolutionary Approach to Regional Systems of Innovation*. Discussion Papers Department of Economics University of Copenhagen. Disponível em <http://www.econ.ku.dk/english/research/publications/wp/2008/0823.pdf>. Acesso em 03 de outubro de 2010.

HAIR, Joseph F.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L., and BLACK, William C. (1998). *Multivariate Data Analysis- Fifth Edition*. New Jersey, Prentice Hall, 1998.

HEIDENREICH, Martin. (2009). Innovation patterns and location of European low-and medium-technology industries. *Research Policy*, 38(3), 483-494.

HIRSCH-KREINSEN, Hartmut (2008a). “*Low-Technology*”: *A Forgotten Sector In Innovation Policy*. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2008, Volume 3, Issue 3.

HIRSCH-KREINSEN, Hartmut (2008b). Low-tech innovations. *Industry & Innovation*, v. 15, n. 1, p. 19-43, fev. 2008.

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

HODGSON, Geoffrey M. (2002). *Darwinism in economics: from analogy to ontology*. *Journal of Evolutionary Economics* (2002) 12: 259–281.

IBGE (2010). *Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2005/pintec2005.pdf>. Acesso em 02 de janeiro de 2011.

ILIEV, Ilian P. (2005). *Addressing the Methodological Anxieties of the Systems of Innovation Approach: Complementarities With the Critical Realist Project*. DRUID Academy Winter 2005 PhD Conference

INSTITUTO AÇO BRASIL (2010). *Anuário Estatístico - Brazil steel databook*. Instituto Aço Brasil, São Paulo, 2010.

INZELT, Annamária (2004). *The evolution of university–industry–government relationships during transition*. *Research Policy* 33 (2004) 975–995.

JOHNSON, Anna and JACOBSON, Stafan (2002). *The Emergence of a Growth Industry: A Comparative Analysis of the German, Dutch and Swedish Wind Turbine Industries*. Disponível em: <http://www.druid.dk/conferences/winter2002/gallery/jacobsson.pdf>. Acesso em 26 de Julho de 2012.

JOHNSON, Björn; EDQUIST, Charles and LUNDEVALL, Bengt-Ake (2003). *Economic Development and the National System of Innovation Approach*. Disponível em http://www.globelicsacademy.net/pdf/BengtAkeLundvall_2.pdf. Acesso em 26 de julho de 2011.

JONG, Jeroen .P. de and MARSILI, Orieta. (2006). The Fruit Flies of Innovations: A Taxonomy of Innovative Small Firms. *Research Policy*, 35(2), 213-229.

KANNEBLEY JR., Sérgio; PORTO, Gerciane S. e PAZZELO, Elaine T. (2003). Anais Encontro Nacional de Economia. Características das empresas inovadoras no Brasil: Uma análise empírica a partir da PINTEC, Porto Seguro. ANPEC, 2003. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2003/artigos/D49.pdf>>. Acesso em 01 de abril de 2010.

KATO, Mayumi; GOBARA, Erika; ROSSONI, Caio; CUNHA, Luciano e KINDL, Sieglinde (2008). *Padrões de Cooperação Tecnológica entre Setores na Indústria Brasileira: Uma Análise Quantitativa dos Dados da PINTEC 2001-2003*. RAI - Revista de Administração e Inovação, vol. 5, núm. 3, 2008, pp. 126-140, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KATZ, J. Silvan and MARTIN, Ben R. (1997). *What is research collaboration?* *Research Policy* 26, pp. 1–18.

KLEPPER, Steven (1996). *Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle*. *The American Economic Review*, Vol. 86, No. 3 (Jun., 1996), pp. 562-583.

KLEVORICK, Alvin K., LEVIN, Richard C., NELSON, Richard R. and WINTER Sidney G. (1995). *On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities*. *Research Policy* 24(1995):185-205.

LAURSEN. K. (2008) The effect of knowledge sources for export performance in manufacturing and services: Danish firm-level evidence. DRUID. Disponível em: <<http://www.nupi.no/content/download/9191/96283/file/Paper%208.pdf>>. Acesso em: 08 de agosto de 2011.

LEIPONEN, Aija and DREJER, Ina (2007). *What exactly are technological regimes? Intra-industry heterogeneity in the organization of innovation activities*. *Research Policy* 36 (2007) 1221–1238.

LEVIN, Richard C.; KLEVORICK, Alvin K.; NELSON, Richard R. and WINTER, Sidney G. (1987). *Appropriating the Returns from Industrial R&D*. *Brookings Papers on Economic Activity* (1987), 783-820.

LUNDEVALL, Bengt-Ake (1985). *Product innovation and user-producer interaction, Industrial Development*. *Research Series*, vol. 31, Aalborg, Aalborg University Press.

LUNDEVALL, Bengt-Ake (2005). *National Innovation Systems: analytical concept and development tool*. DRUID Tenth Anniversary Summer Conference, Copenhagen Business School, 2005.

LUNDEVALL, Bengt-Ake (2007). *Innovation System Research, Where it came from and where it might go*. GLOBELICS, Working Paper Series No. 2007-01.

LUNDEVALL, Bengt-Ake and BORRÁS, Susana (1997). *The Globalising Learning Economy: Implications for Innovation*. Policy, DGXII-TSER, The European Commission.

MAIRESSE, Jacques and MOHNEN, Pierre. (2004). "The Importance of R&D for Innovation: A Reassessment Using French Survey Data." NBER Working Paper No. 10897.

- MALERBA, Franco (1992). *Learning by firms and incremental technical change*. The Economic Journal, v.102, n.413, p.845-859, Jul., 1992.
- MALERBA, Franco (1999). *Sectoral systems of innovation and production*. DRUID Conference on: National Innovation Systems, Industrial Dynamics and Innovation Policy Rebuild, June 9-12, 1999.
- MALERBA, Franco (2002). *Sectoral systems of innovation and production*. Research Policy 31 (2002) 247-264.
- MALERBA, Franco and NELSON, Richard (2010). *Catching up in different sectoral system*. Disponível em <http://umconference.um.edu.my/upload/43-1/papers/198%20FrancoMalerba_RichardNelson.pdf>. Acesso em 5 de fevereiro de 2011.
- MALERBA, Franco And ORSENIGO, Luigi (1997). *Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities*. Industrial and Corporate Change 6 (1):83-117.
- MANSFIELD, Edwin (1985). *How Rapidly Does New Industrial Technology Leak Out?* The Journal of Industrial Economics, Vol. 34, No. 2 (Dec., 1985), pp. 217-223.
- MANSFIELD, Edwin, and LEE, Jeong-Yeon. (1996). *The Modern University: Contributor to Industrial Innovation and Recipient of Industrial R&D Support*. Research Policy 25: 1047–1058.
- MARQUES, Alfredo e ABRUNHOSA, Ana (2005). *Do Modelo Linear de Inovação à Abordagem Sistêmica Aspectos Teóricos e de Política Econômica*. Documento de trabalho/discussion paper (June) nº 33, Centro de Estudos da União Europeia (CEUNEUROP).
- MARSILLI, Orietta and VERSPAGEN, Bart (2001). *Technological Regimes and Innovation: Looking for Regularities in Dutch Manufacturing*. ECIS, Eindhoven University of Technology Eindhoven, The Netherlands.
- MASKELL, Peter and MALMBERG, Anders (1995). *Localized learning and industrial competitiveness*. BRIE Working Paper 80, October 1995.
- MEYER-KRAHMER, Frieder and SCHMOCH, Ulrich. (1998). *Science-based technologies: university industry interactions in four fields*. Research Policy, v. 27, pp. 835-851.
- MOWERY, David C. and SAMPAT, Bhaven N. (2005). *Universities in National Innovation Systems*. In Fagerberg, J.; Mowery, D. C.; Nelson, R. R. (org.). The Oxford Handbook of Innovation. Oxford: Oxford. University Press, 2005.
- MOWERY, David C.; NELSON, Richard R.; SAMPAT, Bhaven N.; ZIEDONIS, Arvids A. (2004). *Ivory Tower and Industrial Innovation – Universities-Industry Technology Transfer Before and After the Bayh-Dole Act*. Stanford University Press. Stanford, California, 2004. Caps. 2 e 8.
- NARIN, Francis; HAMILTON, Kimberly S. and OLIVASTRO, Dominic (1997). *The increasing linkage between U.S. technology and public science*. Research Policy, v. 26, n. 3, pp. 317-330.

- NELSON, Richard R. (1996). *As Fontes do Crescimento Econômico*. Campinas, Editora da UNICAMP, 2006.
- NELSON, Richard R. (2006a). *Evolutionary social science and universal Darwinism*. Journal of Evolutionary Economics, 16 (5), Dez. 2006.
- NELSON, Richard R. (2007). *Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory*. Working Papers in The Global Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building System, 2007-02.
- NELSON, Richard R. and NELSON, Katherine (2002). *Technology, institutions, and innovation systems*. Research Policy 31 (2002) 265-272.
- NELSON, Richard R. and SAMPAT, Bhaven N. (2001). *Making Sense of Institutions as a Factor Shaping Economic Performance*. Journal of Economic Behavior and Organization, 2001.
- NELSON, Richard R. e WINTER, Sidney G. (1982). *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Campinas, Editora da UNICAMP, 2005.
- NIOSI, Jorge (2002a). *National Systems Of Innovations Are “X-Efficient” (And X-Effective) Why Some Are Slow Learners*. Research Policy 31 (2002) 291–302.
- OECD (2002). *Manual Frascati - Proposta de Práticas Exemplares para Inquéritos sobre Investigação e Desenvolvimento Experimental*. G.C. Gráfica de Coimbra, Coimbra, 2007.
- OECD (2005a). *Innovation policy and performance: a cross country comparison*. Paris : OECD. 242 p. Disponível em: <<http://213.253.134.29/oecd/pdfs/browseit/9205011E.PDF>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2010.
- OWEN-SMITH, Jason; RICCABONI, Massimo; PAMMOLLI, Fabio and POWELL, Walter W. (2002). *A Comparison of U.S. and European University-Industry Relations in the Life Sciences*. Management Science. Vol. 48, No. 1, January 2002 pp. 24–43.
- PAULA e SILVA, Evando M. de (2007). *A Experiência de Colaboração do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da UFMG com Empresas – Lições para a Lei de Inovação*. Revista Brasileira de Inovação, Rio de Janeiro (RJ), 6 (2), p.433-459, julho/dezembro 2007.
- PAULA, João A. de; CERQUEIRA, Hugo E. A. da G. e ALBUQUERQUE, Eduardo (2000) *Trabalho e Conhecimento: Lições de Clássicos para a Análise do Capitalismo Contemporâneo*. Estudos Econômicos, São Paulo, Vol. 30, P. 419-445, Julho-Setembro, 2000.
- PAVITT, Keith (1984). *Sectoral patterns of technical change: Towards taxonomy and a theory*. Research Policy 13 (1984) 343-373.
- PAVITT, Keith (2002). *Changing Patterns of Usefulness of University Research: Opportunities and Dangers Sectoral*. Disponível em <http://www.merit.unu.edu/publications/papers/200210_pavitt.pdf>. Acesso em 26 de Julho de 2011.

PAVITT, Keith; ROBSON, Michael and TOWNSEND, Joe (1989). "Technological Accumulation, Diversification and Organisation in UK Companies, 1945-1983." *Management Science* 35/1: 81-99.

PELAEZ, Victor e SBICCA, Adriana (2000). *Do Individualismo Metodológico à "Racionalidade Coletiva"*. CMDE\UFPR, Texto para Discussão 14\2000. Disponível em <www.economia.ufpr.br/publica/textos/textos.htm>. Acesso em 12 de dezembro de 2008.

PIMENTA, Luis Resende (1988). *Formação e Aperfeiçoamento de Pesquisadores da USIMINAS*. In WOLYNEC, STHEPAN (Coord.). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil*. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 1988.

PINHO, Marcelo e LOPES, Ademil L. (2000). *Limites e possibilidades do brasil nas configurações produtivas globalizadas a cadeia siderúrgica*. Disponível em <http://geein.fclar.unesp.br/arquivos/ipea/cadeias_produtivas.pdf>. Acesso em 26 de julho de 2011.

PÓVOA, Luciano M. C. (2008). *A crescente importância das universidades e institutos públicos de pesquisa no processo de catching-up tecnológico*. *Revista Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 273-300, maio/ago. 2008.

QUADROS, Ruy; FURTADO, André; BERNARDES, Roberto e FRANCO, Eliane (2002). *Technological innovation in Brazilian industry: an assessment based on the São Paulo innovation survey*. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 67, p. 203–219, 2002.

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.

RUIZ, Ana Urraca e BHAWAN, Renata (2010). *Diferenças de comportamento inovador entre empresas nacionais e estrangeiras no Brasil*. *Revista Brasileira de Inovação Rio de Janeiro (RJ)*, 9 (1), p. 29-68, janeiro/junho 2010.

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.

SBICCA, Adriana e FERNANDES, André L. (2005). *A Racionalidade Em Simon E A Firma Evolucionária De Nelson E Winter: Uma Visão Sistêmica*. In: XXXIII Encontro Nacional de Economia, 2005, Natal, 2005.

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.

SCHUMPETER, Joseph A. (1912). *Teoria do desenvolvimento econômico*. Abril Cultural, São Paulo, 1983.

SCHUMPETER, Joseph A. (1943). *Capitalism, Socialism and Democracy*. G. Allen & Unwin, Londres, 1976.

- SCHUMPETER, Joseph A. (1954). *Historia Del Análisis Económico I*. México: Fondo de Cultura Económica, 1984.
- SCHWARTZMAN , Simon (2008). *Pesquisa universitária e inovação no Brasil*. Disponível em <http://www.schwartzman.org.br/simon/cgee2008_simon.pdf>. Acesso em 26 de Julho de 2011.
- SILVERBERG, Gerald and VERSPAGEN, Bart (1995). *Evolutionary Theorizing on Economic Growth*. Working Papers from International Institute for Applied Systems Analysis, WP 95-78.
- SIMON, Herbert A. (1959). *Theories Of Decision-Making In Economics And Behavioral Science*. The American Economic Review, v. 49, n. 3, p. 253-283, jun., 1959.
- SMITH, Keith (2008). *Innovation, Growth And Policy In Low And Medium Tech Industries*. Disponível em <www.bioin.or.kr/upload.do?cmd=download&seq=8844&bid=policy>. Acesso em 26 de Julho de 2011.
- SOM, Oliver; DREHER Carsten AND MALOCA Spomenka (2010). Innovation patterns of non-R & D performing firms in the German manufacturing industry. An evolutionary approach to heterogeneity in firms ' innovation strategy. International Schumpeter Society Conference 2010 on Innovation, Organisation, Sustainability and Crises. Aalborg, June 21-24, 2010.
- SUNG, Tae Kyyung and CARLSSON, Bo (2003). *The evolution of a technological system: the case of CNC machine tools in Korea*. Journal of Evolutionary Economics (2003) 13: 435–460.
- SUNG, Tae Kyyung and CARLSSON, Bo (2004). *An International Comparison of Technological Systems: The case of CNC Machine Tools in Korea, Sweden and USA*. Journal of Technology Innovation, 12, 2 (2004).
- SUTZ, Judith (1998). La caracterización del sistema nacional de innovación en el Uruguay: Enfoques constructivos. In: CASSIOLATO, J.; LASTRES, H. (Org.). *Globalização e inovação localizada*. Brasília: IBICT, 1998.
- SUZIGAN, Wilson e ALBUQUERQUE, Eduardo (2008). *A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2008. (Texto para discussão 329).
- SUZIGAN, Wilson; ALBUQUERQUE, Eduardo da M. e CARIO, Silvio A. Ferraz (Orgs), (2011). *E Busca da Inovação: Interação universidade-empresa no Brasil*. Belo Horizonte, Autêntica Editora, 2011.
- TAMM, Dorel; REILJAN, Ele; and SEPPO, Marge (2007). Is There Sector Specificity in the Cooperation Potential and Propensity to Innovate? The Evidence from Estonia. *Majandusteaduse Seltsi II aastakonverents; Pärnu, 12.-13. jaanuar 2007, 2007*. Disponível em <http://www.emselts.ee/konverentsid/EMS2007/Ettev6tlus_ja_majanduspoliitika/Tamm_Reiljan_Seppo.pdf>. Acesso em 16 de outubro de 2011.

TRIPPL, M. and TODTLING, F. (2006). *From the ivory tower to the market place? The changing role of knowledge organisations in spurring the development of biotechnology clusters in Austria*. <http://epub.wu-wien.ac.at/dyn/dl/wp/epub-wu-01_ae5>. Acesso em 04 de outubro de 2010.

URIAS, Eduardo M. P. (2009). *A Indústria Farmacêutica Brasileira: Um Processo de Coevolução de Instituições, Organizações Industriais, Ciência e Tecnologia*. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da UNICAMP, Campinas, 2009.

VAN DIJK, Michiel (2002). "The determinants of export performance in developing countries: the case of Indonesian Manufacturing". Working Paper 02.01. Eindhoven Centre for Innovation Studies. Disponível em: <<http://demo.uib.es/courses/econometrics/Exports.pdf>>. Acesso em 21 de outubro de 2011.

VIOTTI, Eduardo B. (2002). *National Learning Systems A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea*. *Technological Forecasting & Social Change*, 69 (2002) 653–680

WINTER, Sidney G. (1987). *Natural selection and evolution*. In: Eatwell J.; Milgate M.; Newman P. (eds.) *The new Palgrave dictionary of economics*, vol. 3, p 614–617. Macmillan, London, 1998.

WOLFE, David A. (2006). *Knowledge and Innovation: A Discussion Paper*. Disponível em: <http://www.utoronto.ca/onris/research_review/WorkingPapers/WorkingDOCS/Working06/Wolfe06_Discussion.pdf>. Acesso em 05 de setembro de 2011.

WOLINEC, Sthepan e VIEIRA, Renato Rocha (1988). *A Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica na EPUSP: Experiência Passada e Perspectivas Futuras*. In WOLYNEC, STHEPAN (Coord.). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil*. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 1988.

ZUCOLOTO, Graziela F. (2004). *Inovação Tecnológica na Indústria Brasileira: Uma Análise Setorial*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, USP, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12140/tde-30082004-161640/pt-br.php>>. Acesso em 26 de Julho de 2011.

ZUCOLOTO, Graziela F. e TONETO JUNIOR, Rudinei (2005). *Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira uma comparação com países selecionados*. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, 9(2): 337-365, mai./ago. 2005.

BIBLIOGRAFIA

DOSI, Giovanni (1988). *Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation*. Journal of Economic Literature, 26 (3): pp. 1120-1171.

GENTILE, Erberto Francisco e VENTURA, Hamilton Gomes (1988). *Experiência da COSIPA no programa de formação de mestres em engenharia*. In WOLYNEC, STHEPAN (Coord.). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil*. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 1988.

GRYNZPAN, Flavio (2008). O investimento privado em P&D pela indústria de transformação no Brasil. In CGEE (2008). *Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008.

HIRSCH-KREINSEN, Hartmut; JACOBSON, David; LAESTADIUS, Staffan and SMITH, Keith (2003). Low-tech industries and the knowledge economy: state of the art and research challenges. Artigo do projeto Policy and innovation in low-tech – Pilot. Disponível em: <<http://pilot-project.org/publications/sota2.pdf>>. Acesso em: 31 de Julho de 2011.

MALERBA, Franco (2004). *Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

MARTINS, Anfilófilo Salles; FONTES, Hênio Loures e PIMENTA, Luis Resende (1988). *Experiência da ACESITA na Formação de Pesquisadores para a Metalurgia, Metodologia de Pesquisa e Resultados*. In WOLYNEC, STHEPAN (Coord.). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil*. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 1988.

MOWERY, David C. and SAMPAT, Bhaven N. (2005). *The Bayh-Dole Act of 1980 and University-Industry Technology Transfer: A Model for Other OECD Governments?* Journal of Technology Transfer, Vol. 30, pp. 102-115.

NELSON, Richard R. (1986). *Institutions supporting technical advance in industry*. American Economic Review Proc. Vol. 76, nº 2, p. 186–189.

NELSON, Richard R. (2006b). *Reflections on The Simple Economics of Basic Scientific Research: Looking Back and Looking Forward*. Industrial and Corporate Change, 15: 903-918.

NIOSI, Jorge (2002b). *Regional Systems of Innovation an Evolutionary Approach*. Socialiniai Mokslai, 2002, Nr. 5 (37).

OECD (2005b). *The Measurement of Scientific and Technological Activities - Oslo Manual*. (3rd ed.). Paris: OECD

SILVA, José Roberto G. da e RODRIGUES, José de Anchieta (1988). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores na UFSCAR*. In WOLYNEC, STHEPAN (Coord.). *A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil*. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 1988.

STOKES, Donald (1997). *O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*. Campinas: Edunicamp, 2005.

ÍNDICE REMISSIVO

- Abernathy e Utterback (1978)135, 140
- Abiko (2009) 162
- Agrawal e Henderson (2002)196, 203, 258
- Albuquerque (1999a).....25, 28, 29
- Albuquerque (1999b)..... 30
- Albuquerque Silva Póvoa (2005)25, 28, 29, 41
- Alcântara e Antunes (1988) .. 163, 164
- Alves (2008) 108
- Andersen (1995)..... 12
- Andersen (2008a)..... 12
- Archibugi (2001) 127
- Archibugi Cesaratto Sirilli (1991)52, 65, 101, 120, 258
- Arocena e Sutz (2000a) 25
- Arocena e Sutz (2000b) 28
- Arocena e Sutz (2002) 54
- Arvanits Kubli Woerter (2008) 44
- Asheim e Gertler (2005) 32
- Autio e Hameri (1995) 34, 37
- Becker, 2006 17
- Bekkers e Freitas (2008) 44
- Bergek et al (2008)..... 34
- Berger (2009) 259
- Binder e Broekel (2007) 32
- Brennenraedts et al (2006) .44, 45, 46
- Breschi e Malerba (2006)..... 31
- Brisola et al (1997) 44
- Brito Cruz (1996) 42
- Brito Cruz (2004) 40, 41, 42
- Brito Cruz, 2004) 188
- Bussab et al (1990) 75
- Campos (2005)51, 96, 101, 102, 108, 114, 119, 120, 121, 128, 259
- Campos e Ruiz (2009) 51, 68, 92, 259
- Carlsson e Stankiewicz (1991)..... 34
- Carlsson et al (2002) 34, 42
- Carvalho (2008)..... 135
- Cassiolato (1992) 37
- Castellacci (2004)..... 52, 260
- Castellacci (2006a)..... 12, 37
- Castellacci (2006b)..... 27
- Castellacci e Zheng (2010)....141, 260
- Castro (2010)51, 92, 96, 108, 113, 119, 120, 121, 128, 261
- Cerqueira (2000).....12
- CGEE (2008)271
- Chaimovich (2000).....188
- Cockburn e Henderson (1997)85
- Cockburn e Henderson (1998) 85, 261
- Cohen e Walsh (2000)..... 36, 63, 261
- Cohen Florida Goe (1994)36, 43, 63, 64, 261
- Cohen Nelson Walsh (2000) ...63, 262
- Cohen Nelson Walsh (2002)43, 45, 47, 54, 63, 64, 68, 85, 86, 181, 183, 184, 186, 187, 262
- Colyvas et al (2002).....43
- Cooke (2001)31
- Cooke Uranga Etxebarria (1997)27, 31, 33
- D'Costa (2006).....57
- D'Este e Patel (2007)40, 43, 44, 45, 53, 54, 194, 195, 202, 263
- Dosi (1988)128
- Dosi (1997)19
- Dosi Pavitt Soete (1990)... 50, 64, 128
- ECLAC (2008)3, 118
- Edquist (2001a) 1, 21, 22, 25, 26
- Edquist (2001b) 15, 20, 22
- Edquist e Hommen (1999).. 20, 22, 28
- Fagerberg (2002)..... 12, 13, 18
- Fagerberg (2004).....22
- Fagerberg e Srholec (2008)25
- Fagerberg Mowery Verspagen (2008)85
- Feinson (2003).. 25, 26, 28, 29, 30, 78
- Feller Ailes Roessner (2002) .189, 263
- Figueiredo e Vedovello (2005) 57, 263
- Florida (1999)40
- Florida e Cohen (1999). 40, 41, 43, 63
- Freeman (1982)15, 19, 22, 23, 25, 59, 65, 126
- Freeman (1987)25
- Freeman (1995)26
- Freeman e Soete (1974)8, 14

- Gentile e Ventura, (1988) 162
- Goddard e Isabelle (2006) 263
- Godefroid e Ribeiro (1988)..... 163
- Godin (2004) 9
- Godin (2007) 9, 25, 43
- Godoy Piorko Leal (1988)162, 163, 164
- Gonçalves Lemos De Negri (2006) 54, 264
- Gonçalves Lemos De Negri (2007) 64, 121
- Gregersen e Johnson (2005) 16
- Gunnarsson e Wallin (2008) 31, 32
- Hair et al (1998)..... 75
- Heidenreich (2009)..... 149, 152, 156
- Hirsch-Kreinsen (2008a) 37
- Hirsch-Kreinsen (2008b) 37
- Hirsch-Kreinsen Jacobson Robertson (2006) 136, 141, 177, 178
- Hodgson (2002)..... 12
- IBGE (2010) 73
- Iliev (2005)..... 32, 36, 72, 135
- Instituto Aço Brasil (2010) 135
- Inzelt (2004) 44
- Johnson e Jacobson (2002)..... 36
- Johnson Edquist Lundvall (2003)21, 28
- Jong e Marsili (2006)..... 141, 264
- Kannebley Porto Pazzelo (2003)55, 126, 265
- Kato et al (2008)..... 109
- Katz e Martin (1997)..... 44
- Klepper (1996)..... 135
- Klevorick et al (1995)36, 47, 63, 64, 72, 85, 112, 265
- Laursen (2008) 126, 127
- Leiponen e Drejer (2007) 108
- Levin et al (1987)..... 63, 265
- Lundvall (1985)16, 22, 23, 24, 25, 135
- Johnson; Edquist..... 20, 28
- Lundvall (2005)..... 25
- Lundvall e Borrás (1997) 32
- Mairesse e Mohnen (2004) 266
- Malerba (1992)64, 68, 69, 80, 95, 97, 100, 120, 176
- Malerba (1999) 36, 149
- Malerba (2002) 27, 36, 37, 72, 135
- Malerba e Nelson (2010)29, 30, 57, 58, 78, 91, 266
- Malerba e Orsenigo (1997) 36
- Mansfield (1985)..... 63, 266
- Mansfield e Lee (1996)..... 63, 266
- Marques e Abrunhosa (2005) 22
- Marsili e Verspagen (2001) 34, 45
- Maskell e Malmberg (1995)..... 32
- Meyer-Krahmer e Schmoch (1998) 36, 43, 45, 54, 267
- Mowery e Sampat (2005) 43
- Mowery et al (2004)..... 43
- Narin et al (1997) 53, 267
- Nelson (1996) 8, 43, 169
- Nelson (2006a) 12
- Nelson (2007) 16, 17
- Nelson e Nelson (2002) 17, 25, 37
- Nelson e Sampat (2001)..... 21
- Nelson e Winter (1982)11, 12, 16, 17, 18, 19, 80, 112
- Niosi (2002a) 31
- OECD (2002) 136
- OECD (2005a) 22
- Owen-Smith et al (2002)..... 43, 267
- Paula Cerqueira Albuquerque (2000)20
- Paula e Silva (2007) 163
- Pavitt (1984)22, 37, 45, 48, 52, 53, 59, 63, 64, 80, 91, 95, 101, 117, 120, 125, 128, 267
- Pavitt (2002) 36, 72
- Pavitt Robson Townsend (1989) ...268
- Pelaez e Sbicca (2000) 16, 17
- Pimenta (1988) 164
- Pinho e Lopes (2000) 136, 140
- Pinho e Lopes (2000) 136
- Póvoa (2008) 40
- Quadros et al (2002)..... 87
- Righi (2009) .. 155, 157, 165, 166, 204
- Ruiz e Bhawan (2010) 56, 97, 268
- Santoro (2000)..... 37, 44, 184
- Sbicca e Fernandes (2005) 17
- Schartinger et al (2002)36, 44, 45, 169
- Schumpeter (1912) 14, 22
- Schumpeter (1943)..... 13, 48, 59, 64
- Schumpeter (1954) 11
- Schwartzman (2008) 40
- Silverberg e Vespargen (1995)..... 12
- Simon (1959) 16, 17
- Smith (2008) 37
- Som Dreher Maloca (2010)53, 55, 126, 127, 129, 269
- Sung e Carlsson (2003)..... 34
- Sung e Carlsson (2004)..... 34
- Sutz (1998) 56
- Suzigan e Albuquerque (2008)..... 56
- Tamm Reiljan Seppo (2007)..... 128
- Tripl e Todtling (2006) 40, 43
- Urias (2009) 55
- Van Dijk (2002) 126
- Viotti (2002) 29, 91
- Winter (1987) 12
- Wolfe (2006) 40
- Wolynech e Vieira (1988) 163
- Zucoloto (2004)50, 87, 101, 102, 107, 120, 121, 122, 270
- Zucoloto e Toneto Júnior (2005)55, 92, 126, 270

APÊNDICE A: Anexos estatísticos

Tabela anexa 1. Empresas, total e as que implementaram inovações, segundo as atividades selecionadas da indústria de transformação, Brasil, 2006-2008.

Setores	Empresas		Taxa de inovação	Taxa efetiva de inovação ⁽²⁾		
	total	inovadoras ⁽¹⁾		geral	de produto	de processo
Indústrias de transformação	98.420	37.808	38,4	6,5	4,2	2,3
Farmoquímicos e farmacêuticos	495	315	63,7	20,5	16,7	3,8
Químicos	3.064	1.782	58,1	14,5	10,9	3,6
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.466	827	56,4	18,2	14,6	3,5
Máquinas e equipamentos	5.551	2.831	51,0	11,6	10,1	1,5
Impressão e reprodução de gravações	2.862	1.352	47,2	3,4	2,0	1,4
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1.938	900	46,5	13,2	11,0	2,2
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	286	131	45,9	8,6	2,0	6,6
Veículos automotores, reboques e carrocerias	2.638	1.190	45,1	14,7	11,8	2,9
Produtos de metal	10.106	4.007	39,6	6,6	3,1	3,5
Metalurgia básica	1.675	661	39,5	7,0	4,1	2,9
Alimentos e Bebidas	12.613	4.792	38,0	6,8	4,1	2,7
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	5.111	1.881	36,8	1,5	0,9	0,6
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	14.746	5.419	36,8	3,4	1,7	1,7
Artigos de borracha e plástico	6.461	2.342	36,3	8,2	5,1	3,1
Outros equipamentos de transporte	500	181	36,1	9,6	6,5	3,1
Têxteis	3.532	1.265	35,8	7,0	4,8	2,2
Celulose, papel e produtos de papel	2.138	753	35,2	4,6	2,7	1,9
Móveis e Indústrias diversas	7.723	2.678	34,7	7,1	4,2	2,9
Produtos de minerais não metálicos	7.861	2.628	33,4	1,9	1,3	0,6
Produtos de fumo	62	16	26,5	12,2	7,3	4,8
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	2.343	608	25,9	5,1	3,4	1,7
Produtos de madeira	5.249	1.237	23,6	3,6	0,7	3,0

Fonte: PINTEC 2008, (elaboração própria).

Nota 1: Foram consideradas inovadoras as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.

Nota 2: A taxa efetiva leva consideração apenas as inovações para o mercado mundial ou nacional.

Tabela anexa 2. Empresas inovadoras da indústria de transformação e taxa efetiva de inovação, Brasil, 2006-2008.

Setores	Empresas inovadoras	Taxa efetiva de inovação		
		geral	de produto	de processo
Indústrias de transformação	37.808	16,9	10,8	6,0
Produtos de fumo	16	46,1	27,8	18,3
Veículos automotores, reboques e carrocerias	1.190	32,6	26,1	6,4
Farmoquímicos e farmacêuticos	315	32,2	26,3	6,0
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	827	32,2	25,9	6,2
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	900	28,4	23,6	4,8
Outros equipamentos de transporte	181	26,6	17,9	8,7
Químicos	1.782	24,9	18,8	6,1
Máquinas e equipamentos	2.831	22,7	19,8	2,9
Artigos de borracha e plástico	2.342	22,5	14,1	8,4
Móveis e Indústrias diversas	2.689	20,4	12,1	8,3
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	608	19,7	13,3	6,4
Têxteis	1.265	19,6	13,5	6,1
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	131	18,8	4,3	14,5
Alimentos e Bebidas	4.792	17,9	10,7	7,2
Metalurgia básica	661	17,7	10,4	7,3
Produtos de metal	4.007	16,5	7,7	8,8
Produtos de madeira	1.237	15,4	2,8	12,5
Celulose, papel e produtos de papel	753	13,1	7,6	5,4
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	5.419	9,3	4,6	4,7
Impressão e reprodução de gravações	1.352	7,2	4,2	3,0
Produtos de minerais não metálicos	2.628	5,7	3,9	1,8
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	1.881	4,1	2,5	1,6

Fonte: PINTEC 2008, (elaboração própria)

Tabela anexa 3. Esforços inovativos da indústria de transformação, Brasil, 2006-2008.

Setores	Empresas inovadoras						com relações de cooperação
	com gastos em atividades inovativas	utilização de recursos públicos	% da receita ⁽¹⁾ gasto em atividades inovativas	atividades internas e contínuas de P&D	com gastos em P&D		
					% de empresas	% da receita ⁽¹⁾	
Indústrias de transformação	80,1	22,6	2,6	7,9	11,0	0,6	10,0
Alimentos e Bebidas	81,4	23,2	2,1	5,7	9,0	0,2	11,2
Produtos de fumo	93,9	12,2	1,5	36,6	36,6	0,7	18,3
Têxteis	78,4	13,6	2,5	3,4	5,0	0,2	6,9
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	71,6	19,9	1,8	1,8	1,9	0,1	7,6
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	66,5	12,1	2,3	5,6	6,7	0,4	4,6
Produtos de madeira	66,6	29,9	3,0	0,9	10,2	0,1	14,5
Celulose, papel e produtos de papel	63,5	15,7	2,2	6,3	6,8	0,3	12,9
Impressão e reprodução de gravações	89,9	33,1	4,4	1,3	5,7	0,2	7,8
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	75,8	22,2	1,4	20,9	20,9	0,9	10,3
Químicos	80,0	29,1	2,5	28,9	38,5	0,6	10,2
Farmoquímicos e farmacêuticos	95,3	38,7	4,9	35,4	45,6	1,4	35,3
Artigos de borracha e plástico	79,0	22,3	2,9	12,7	16,1	0,5	12,4
Produtos de minerais não metálicos	75,6	21,4	2,4	2,0	2,4	0,1	8,3
Metalurgia básica	73,6	17,7	2,6	7,3	8,7	0,2	8,7
Produtos de metal	87,6	23,0	2,9	5,9	9,0	0,3	7,3
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	88,4	31,5	3,3	31,2	38,0	1,3	16,8
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	90,8	29,7	2,6	19,5	22,2	1,0	8,7
Máquinas e equipamentos	85,6	25,2	3,0	12,6	18,0	0,5	13,9
Veículos automotores, reboques e carrocerias	93,8	16,9	3,5	10,9	18,3	1,5	13,3
Outros equipamentos de transporte	55,2	11,7	5,1	8,7	12,6	2,0	17,9
Móveis e Indústrias diversas	88,0	27,9	3,2	6,5	7,0	0,3	9,5
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	85,6	19,4	1,5	0,8	2,5	0,1	10,4

Nota 1: Receita líquida de vendas de produtos e serviços, estimada a partir dos dados da IBGE, PIA 2008.

Fonte: PINTEC 2008, (elaboração própria)

Tabela anexa 4. Fontes relevantes de informação das empresas inovadoras, segundo as atividades selecionadas da indústria de transformação, Brasil, 2006-2008.

Setores	(continua)							
	% de empresas que definiu como relevantes as fontes de informações							
	internas		externas					
P&D	Outras áreas	Redes de informação informatizadas	Clientes ou consumidores	Fornecedores	Feiras e exposições	Concorrentes	Conferências, encontros e publicações especializadas	
Indústrias de transformação	10,2	64,5	68,9	68,4	65,7	55,6	47,3	33,8
Produtos de fumo	36,6	87,8	69,5	81,7	93,9	36,4	55,9	42,5
Têxteis	3,7	63,5	57,4	68,1	62,4	53,1	38,2	26,3
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	1,9	45,2	67,4	64,2	63,8	49,2	47,5	29,5
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	6,6	38,2	61,3	66	54,5	60,1	50,1	32,6
Produtos de madeira	2,4	49,4	63,4	45,9	61,2	52,6	35,8	31,3
Celulose, papel e produtos de papel	6,9	54,3	79,9	72,6	56,4	29,6	29,9	25,7
Impressão e reprodução de gravações	1,5	65,8	77,7	77,4	70,3	58,3	59,2	43,7
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	24,6	79,7	60,3	64,2	50,1	24,9	30,3	31
Químicos	35,5	77,7	67,1	70,0	50,4	52,4	43,8	38,5
Farmoquímicos e farmacêuticos	36,4	77,9	68,8	70,1	53	55,7	46,1	42,3
Artigos de borracha e plástico	12,9	65,8	71,7	77,7	75,2	62,7	46,4	38,8
Produtos de minerais não metálicos	2,0	52,3	63,1	55	65,2	46,4	48,9	33,6
Metalurgia básica	6,4	53,6	63,2	72,8	72,8	50,9	47,6	34,8
Produtos de metal	6,3	73,9	74,1	69,2	67,7	55,1	49,9	29,4
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	31,6	72,2	84,2	79	66,7	73,1	48,1	56,8
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	20,7	73,2	73,5	66,1	64,6	57,4	38,3	35,2
Máquinas e equipamentos	16,0	74,9	76,6	75,8	69,2	63,2	40	32,8
Veículos automotores, reboques e carrocerias	12,2	59,3	74	72,4	75,3	59,7	52	24,1
Outros equipamentos de transporte	10,4	82,5	46,2	52,6	47,5	35,1	35,9	31,9
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	2,4	66,7	64,2	63,3	48,4	44,8	22,7	30,8
Alimentos e Bebidas	6,5	69,4	61,8	69,3	68	56,7	53,1	32
Móveis e Indústrias diversas	6,5	55,8	73,9	73	72,8	66,6	55,3	42,1

Tabela anexa 4. Fontes relevantes de informação das empresas inovadoras, segundo as atividades selecionadas da indústria de transformação, Brasil, 2006-2008.

Setores	(conclusão)					
	% que definiu como relevantes as fontes de informações					
	externas					
	Empresas de consultoria e consultores independentes	Centros de capacitação profissional e assistência técnica	Instituições de testes, ensaios e certificações	Universidades ou outros centros de ensino superior	Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos	Outra empresa do grupo
Indústrias de transformação	21,7	21,4	21,0	13,4	12,0	8,3
Produtos de fumo	30,3	18,3	36,4	26,9	20,8	24,4
Têxteis	15,3	15,3	8,5	7,0	7,3	7,5
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	23,1	20,8	9,0	10,5	8,8	2,9
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	21,2	21,1	20,2	3,3	14,0	3,7
Produtos de madeira	16,9	11,2	8,3	9,8	3,4	0,7
Celulose, papel e produtos de papel	24,6	10,0	23,2	4,9	7,6	23,2
Impressão e reprodução de gravações	14,0	27,3	12,0	7,7	2,8	1,0
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	33,0	13,9	29,9	14,3	16,6	21,3
Químicos	23,2	22,3	29,1	24,4	23,6	15,9
Farmoquímicos e farmacêuticos	19,4	22,0	25,9	20,6	22,4	16,5
Artigos de borracha e plástico	22,9	18,1	29,6	12,2	10,0	12,6
Produtos de minerais não metálicos	16,8	11,6	33,7	15,0	6,8	3,5
Metalurgia básica	16,0	26,0	27,3	20,4	17,3	8,9
Produtos de metal	23,8	20,2	24,5	9,7	12,2	4,9
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	25,2	19,0	32,1	22,0	17,5	15,6
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	14,6	18,3	31,3	15,8	16,0	18,2
Máquinas e equipamentos	26,7	24,5	21,1	17,2	14,5	13,9
Veículos automotores, reboques e carrocerias	21,5	21,0	19,6	16,1	10,5	20,7
Outros equipamentos de transporte	12,0	14,8	25,2	9,5	17,1	16,0
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	23,9	21,1	27,2	15,8	10,4	10,7
Alimentos e Bebidas	21,2	27,2	17,8	17,8	12,7	8,8
Móveis e Indústrias diversas	24,5	31,8	25,9	13,7	18,5	6,3

Fonte: PINTEC 2008, (elaboração própria)

Nota: Foram consideradas as fontes de informação classificadas pelas empresas como de alta ou média relevância

Tabela anexa 5. Distribuição dos gastos relacionados às atividades inovativas, segundo as atividades selecionadas da indústria de transformação, Brasil, 2006-2008.

Setores	% dos dispêndios em atividades inovativas							
	Aquisição de máquinas e equipamentos	Atividades internas de P&D	Projeto industrial e outras preparações técnicas	Introdução das inovações tecnológicas no mercado	Aquisição externa de P&D	Aquisição de outros conhecimentos externos	Aquisição de software	Treinamento
Indústrias de transformação	49,1	24,6	9,1	5,8	4,1	2,7	2,6	2,1
Produtos de fumo	22,1	47,6	20,9	4,3	1,6	1,6	1,6	0,4
Têxteis	77,5	6,8	5,1	2,5	0,1	1,0	2,4	4,6
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	62,1	6,4	9,3	8,8	2,0	2,5	5,9	3,0
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	31,7	17,3	27,3	15,3	1,3	0,6	3,9	2,4
Produtos de madeira	88,8	3,4	2,6	1,1	0,1	1,1	0,8	2,0
Celulose, papel e produtos de papel	69,3	12,9	6,3	2,9	0,8	1,0	4,5	2,2
Impressão e reprodução de gravações	73,0	5,5	4,0	1,2	0,1	4,7	8,7	2,8
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	15,1	61,5	2,3	0,1	18,8	1,5	0,3	0,4
Químicos	50,4	23,5	7,1	7,8	2,2	3,9	2,3	2,8
Farmoquímicos e farmacêuticos	25,9	29,4	14,5	12,3	12,8	2,8	1,3	1,1
Artigos de borracha e plástico	55,3	16,5	10,3	3,8	1,4	6,9	1,9	3,9
Produtos de minerais não metálicos	65,7	6,4	6,6	2,2	0,4	1,5	12,6	4,6
Metalurgia básica	69,2	8,0	13,0	0,5	2,6	1,7	1,8	3,3
Produtos de metal	65,3	9,4	11,9	2,7	1,6	2,1	3,9	3,0
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	11,1	39,0	8,1	21,0	15,7	1,8	2,1	1,1
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	38,9	38,3	4,9	6,3	1,4	1,5	3,4	5,4
Máquinas e equipamentos	66,1	15,3	6,2	2,6	2,5	2,2	3,2	2,0
Veículos automotores, reboques e carrocerias	28,0	43,4	12,1	4,5	4,0	6,1	1,0	0,8
Outros equipamentos de transporte	19,6	39,7	11,3	23,6	2,5	0,6	1,7	1,1
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	53,2	6,3	16,1	2,4	2,8	4,0	4,3	10,9
Alimentos e Bebidas	72,9	10,4	7,6	4,3	0,5	0,6	2,3	1,3
Móveis e Indústrias diversas	58,6	10,7	7,1	7,3	0,8	3,2	7,5	4,7

Fonte: PINTEC 2008, (elaboração própria).

Tabela anexa 6. Relações cooperativas

Setores	Empresas que consideraram relevantes as parcerias com						
	Clientes ou consumidores	Fornecedores	Concorrentes	Empresas de consultoria	Universidades e institutos de pesquisa	Centros de capacitação	Instituições de testes, ensaios e certificações
Indústrias de transformação	44,7	64,9	15,5	29,4	29,4	26,7	23,3
Produtos de fumo	100,0	66,7	0,0	33,3	66,7	33,3	33,3
Têxteis	40,1	87,6	29,4	46,5	11,4	31,7	30,5
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	41,2	55,2	38,5	51,3	49,7	57,4	33,9
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	17,0	44,1	3,9	67,1	9,4	11,2	9,6
Produtos de madeira	22,8	43,9	23,2	25,6	32,6	35,0	20,2
Celulose, papel e produtos de papel	38,7	95,7	6,8	29,8	12,6	27,2	14,5
Impressão e reprodução de gravações	39,8	99,1	0,9	0,0	1,9	38,0	0,0
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	16,6	62,9	14,9	37,1	52,0	22,3	22,3
Químicos	42,1	51,9	6,5	20,5	20,5	12,7	28,6
Farmoquímicos e farmacêuticos	50,5	68,2	26,0	52,6	52,6	17,7	41,1
Artigos de borracha e plástico	71,7	44,5	13,0	19,2	16,3	36,1	22,0
Produtos de minerais não metálicos	15,8	41,7	10,4	4,2	54,2	7,4	9,5
Metalurgia básica	63,3	50,3	8,7	25,0	42,8	16,5	16,6
Produtos de metal	50,5	83,1	10,7	22,5	16,4	14,5	22,1
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	47,6	65,8	9,8	26,7	53,8	21,5	34,0
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	46,7	76,9	6,5	28,6	44,8	24,8	47,2
Máquinas e equipamentos	57,3	57,3	5,2	36,4	15,4	14,7	11,1
Veículos automotores, reboques e carrocerias	70,8	70,9	6,7	24,0	22,0	19,9	34,1
Outros equipamentos de transporte	60,7	42,6	0,0	10,8	21,6	6,2	4,6
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	16,5	34,0	5,9	57,5	71,9	7,5	66,3
Alimentos e Bebidas	33,7	77,1	28,4	21,8	26,9	29,7	14,9
Móveis e Indústrias diversas	54,1	90,5	2,6	33,3	15,6	32,8	36,9

Fonte: PINTEC 2008/IBGE (elaboração própria).

Tabela anexa 7. Trajetória tecnológica

Setores	% das empresas inovadoras									
	Melhoria da qualidade dos produtos	Ampliação da gama de produtos	Manutenção da part. de mercado	Ampliação da part. no mercado	Abertura de novos mercados	Aumento da capacidade produtiva	Aumento da flexibilidade	Redução dos custos	Redução dos impactos	Enquadramento em regulações e normas
Indústrias de transformação	75,3	61,5	76,1	68,4	58,7	68,0	67,0	48,8	60,6	42,0
Produtos de fumo	81,7	60,7	87,8	60,7	55,9	48,6	62,2	60,0	89,1	60,0
Têxteis	68,8	65,5	73,3	64,0	60,9	63,5	64,0	50,8	41,5	27,9
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	69,0	55,2	70,0	59,9	46,5	64,7	69,1	41,3	40,6	28,9
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	58,0	54,1	58,6	55,2	51,9	52,4	49,0	34,3	53,8	31,4
Produtos de madeira	61,3	47,2	55,2	50,6	40,7	53,8	46,8	35,5	77,7	37,7
Celulose, papel e produtos de papel	68,7	52,4	75,3	69,9	68,1	60,2	58,9	35,2	55,1	30,5
Impressão e reprodução de gravações	89,5	70,6	88,0	88,1	79,6	86,7	87,8	51,7	60,5	51,6
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	73,5	51,5	68,0	56,6	38,8	69,3	75,9	68,4	72,6	47,8
Químicos	74,9	69,4	79,7	76,9	68,9	63,8	63,5	52,0	73,8	57,7
Farmoquímicos e farmacêuticos	82,9	80,5	87,5	81,7	66,5	68,9	72,0	45,3	80,0	67,1
Artigos de borracha e plástico	76,1	69,1	83,2	73,3	66,4	67,6	68,6	52,9	60,1	41,9
Produtos de minerais não metálicos	77,7	45,8	79,9	64,2	57,3	66,0	64,3	48,5	74,5	49,1
Metalurgia básica	81,1	67,3	76,8	72,9	66,7	80,1	78,6	45,3	67,8	41,1
Produtos de metal	74,9	60,8	77,9	71,9	58,0	74,1	68,5	57,8	61,5	42,0
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	84,0	69,2	79,9	69,3	62,9	61,4	59,8	46,2	46,5	46,8
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	79,0	65,5	72,2	64,2	57,7	57,3	58,4	43,4	50,3	44,0
Máquinas e equipamentos	87,1	68,9	84,1	73,0	67,0	75,9	73,7	50,9	58,5	48,5
Veículos automotores, reboques e carrocerias	80,4	60,3	76,7	68,7	60,6	72,1	66,3	51,5	72,9	51,4
Outros equipamentos de transporte	58,4	45,4	58,4	52,4	34,1	51,0	46,8	36,2	53,4	34,8
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	67,6	54,3	68,6	49,2	40,4	78,3	63,2	38,5	84,3	39,1
Alimentos e Bebidas	73,6	64,3	76,3	73,6	59,5	71,0	70,6	54,6	62,2	47,5
Móveis e Indústrias diversas	87,1	70,7	83,7	74,5	63,2	68,7	69,9	54,5	77,1	41,1

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

Tabela anexa 8. Estrutura e desempenho setorial, segundo as atividades selecionadas da indústria de transformação, Brasil, 2008.

Setores	Empresas ⁽¹⁾	Pessoal ocupado ⁽¹⁾	Tamanho médio	Pessoal ocupado nas 12 maiores empresas ⁽¹⁾	Receita líquida ⁽¹⁾	Produtividade da mão-de-obra	Valor (Mil US\$ FOB) ⁽²⁾	Valor (Mil R\$ ⁽³⁾ FOB)	Participação das exportações na receita líquida
Indústria de transformação	161.810	7.279.570	45,0	23,6	1.685.816.406	23.158	141.399.478	259.892.241	15,4
Produtos do fumo	80	19.752	246,9	83,1	10.887.942	55.123	2.702.615	4.967.407	45,6
Têxteis	5.297	297.180	56,1	14,9	29.522.642	9.934	2.015.065	3.703.690	12,5
Confecção	25.941	623.273	24,0	7,1	26.981.601	4.329	266.182	489.243	1,8
Prep. de couros e fabr. de art. de couro, art. de viagem e calçados	7.810	390.403	50,0	23,9	24.499.377	6.275	4.013.759	7.377.289	30,1
Produtos de madeira	8.495	215.072	25,3	8,1	17.749.882	8.253	2.774.506	5.099.541	28,7
Celulose, papel e produtos de papel	3.051	187.377	61,4	17,4	49.088.564	26.198	5.792.492	10.646.600	21,7
Impressão e reprodução de gravações	6.134	109.303	17,8	9,3	11.437.046	10.464	133.051	244.548	2,1
Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis	300	246.377	821,3	55,2	195.984.801	79.547	7.272.327	13.366.538	6,8
Químicos	4.639	265.934	57,3	15,2	172.105.751	64.717	9.130.077	16.781.082	9,8
Farmoquímicos e farmacêuticos	594	95.022	160,0	25,3	30.067.631	31.643	1.068.384	1.963.690	6,5
Artigos de borracha e plástico	9.095	371.558	40,9	9,8	59.443.198	15.998	2.869.840	5.274.765	8,9
Produtos de minerais não metálicos	13.022	382.033	29,3	8,6	49.431.383	12.939	2.080.214	3.823.433	7,7
Metalurgia básica	1.930	257.593	133,5	32,3	141.551.500	54.952	20.849.040	38.320.535	27,1
Produtos de metal	17.535	488.530	27,9	5,2	63.644.637	13.028	2.173.483	3.994.862	6,3
Informática, eletrônicos e ópticos	2.056	165.775	80,6	24,3	60.538.371	36.518	4.098.833	7.533.654	12,4
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2.552	221.219	86,7	27,3	52.552.303	23.756	3.778.650	6.945.159	13,2
Máquinas e equipamentos	8.035	389.513	48,5	10,9	87.376.616	22.432	10.253.216	18.845.411	21,6
Veículos automotores, reboques e carrocerias	3.566	483.111	135,5	28,8	205.797.326	42.598	16.745.810	30.778.799	15,0
Outros equipamentos de transporte	675	92.336	136,8	58,8	32.304.173	34.985	8.102.861	14.893.059	46,1
Manutenção, rep. e inst. de máquinas e equipamentos	4.209	133.613	31,7	18,9	11.891.824	8.900	0	0	0,0
Alimentos e bebidas	23.143	1.500.082	64,8	27,5	321.999.884	21.465	33.753.317	62.038.596	19,3
Móveis e indústrias diversas	13.308	363.958	27,3	8,4	30.959.954	8.506	1.525.756	2.804.339	9,1

Nota 1: Fonte PIA 2008/IBGE (empresas com mais de 10 postos de trabalho).

Nota 2: Fonte SECEX/MDIC/ALICE/SISCOMEX

Nota 3: Taxa de câmbio comercial para compra real (R\$) / dólar americano (US\$) - média anual. Fonte Banco Central do Brasil.

Elaboração própria.

Tabela anexa 9. Dispendios inovativos nas empresas inovadoras, segundo as atividades selecionadas da indústria de transformação, Brasil, 2006-2008.

Atividades selecionadas	% Empresas inovadoras com dispendios em						
	atividades internas de P&D	aquisição externa de P&D	aquisição de outros conhecimentos externos	aquisição de máquinas e equipamentos e softwares	treinamento	marketing para introdução das inovações no mercado	projeto industrial e outras preparações técnicas
Indústrias de transformação	11,0	3,7	9,6	63,3	31,0	25,4	26,3
Alimentos e Bebidas	9,0	3,2	9,5	62,6	29,8	31,1	26,8
Produtos de fumo	36,6	6,1	12,2	53,4	43,9	31,8	56,1
Têxteis	5,0	1,8	4,8	61,6	23,5	22,5	28,2
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	1,9	1,2	7,9	56,6	19,0	15,9	16,7
Prep. de couros e fabric. de artefatos de couro, artigos para viagens e calçados	6,7	0,5	8,0	60,6	21,3	20,4	11,5
Produtos de madeira	10,2	1,6	3,7	47,3	20,4	10,9	19,8
Celulose, papel e produtos de papel	6,8	4,4	8,3	57,0	32,4	15,9	16,8
Impressão e reprodução de gravações	5,7	0,1	18,8	79,3	32,2	24,0	26,9
Coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	20,9	1,5	8,1	56,6	39,4	22,4	36,4
Químicos	38,5	7,5	10,6	56,5	35,4	34,1	37,2
Farmoquímicos e farmacêuticos	45,6	18,6	10,7	66,5	49,8	59,5	47,7
Artigos de borracha e plástico	16,1	5,4	8,2	67,5	38,3	39,3	23,2
Produtos de minerais não metálicos	2,4	3,2	5,2	64,8	22,5	19,4	28,2
Metalurgia básica	8,7	9,6	8,1	64,9	25,9	13,5	21,3
Produtos de metal	9,0	2,5	10,5	69,1	41,5	21,0	31,0
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	38,0	12,7	18,2	62,5	47,7	42,7	42,8
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	22,2	3,6	11,9	55,3	41,9	48,9	22,0
Máquinas e equipamentos	18,0	6,5	10,8	63,9	36,7	27,3	31,9
Veículos automotores, reboques e carrocerias	18,3	7,6	18,3	64,6	29,9	25,7	41,2
Outros equipamentos de transporte	12,6	2,2	8,0	45,2	24,6	21,9	30,9
Móveis e Indústrias diversas	7,0	3,8	10,1	71,2	32,6	27,4	25,2
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	2,5	1,7	12,7	79,4	59,6	26,3	40,3

Fonte: PINTEC 2008 (elaboração própria).

APÊNDICE B: Quadros anexos

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
1983- 1997	Agrawal e Henderson (2002)	EUA	Entrevistas com 236 professores dos Departamentos de Engenharia Mecânica e Elétrica do Massachusetts Institute of Technology (MIT). 640 patentes; 5.132 artigos	Analisar em que medida as patentes são representativas da magnitude, direção e impacto dos conhecimentos produzido nas universidades.	As patentes não são um canal relevante de transferência do conhecimento gerado nas universidades. As empresas utilizam mecanismos diferentes para acessar o conhecimento produzido nas universidades. O número de patentes não é uma medida útil para revelar a produção do conhecimento nas universidades.
1980- 1985	Archibugi; Cesaratto; Sirilli (1991)	Itália	Survey realizado pelo National Research Council of Italy, em colaboração com o Central Statistical Office. Questionários respondidos por 24.000 empresas com mais de 20 funcionários, sendo 13.986 inovadoras.	Analisar as fontes de conhecimento tecnológico que fundamentam as atividades inovativas da indústria. Avaliar a relação entre intensidade tecnológica e concentração econômica.	Intensidade tecnológica e concentração são fracamente relacionadas. Abordagem taxonômica de Pavitt (1984) foi confirmada como uma ferramenta útil para organizar e interpretar a riqueza das fontes de mudança tecnológica. No entanto, as mudanças do sistema econômico e tecnológico e a captação de informação no nível da firma sugerem ajustes na taxonomia. (1) Produtores de bens de consumo tradicionais: aquelas indústrias com uma representação acima da média de unidades de negócios de pequeno porte e que inovam, fundamentalmente, a partir da aquisição de equipamentos de capital e fontes externas de conhecimento técnico. (2) Fornecedores de bens intermediários tradicionais: padrão de introdução de inovações idêntico à categoria anterior. No entanto, este segundo grupo vende seus produtos para outras empresas, e recebe a informação tecnológica deste mesmo canal. Ao contrário da categoria de 'Fornecedores especializados', a seguir, desempenha um papel menos dinâmico no processo de seleção de tecnologias e sistemas de produção oferecidos às empresas para as quais vendem e com as quais cooperam. (3) Fornecedores especializados de bens intermediários e equipamentos: setores caracterizados pelo tamanho médio das unidades de negócios e nos quais as fontes internas de

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
					<p>conhecimento, como design, ferramentas e P&D, desempenham um papel importante. A percentagem de unidades de negócios altamente inovadoras é o dobro das categorias anteriores e as inovações de produto estão acima da média.</p> <p>(4) Produção em massa: indústrias caracterizadas por grandes e altamente inovadoras unidades de negócios e maior propensão para as inovações de produtos com base em fontes internas de conhecimento.</p> <p>(5) Baseadas em P&D: indústrias altamente inovadoras com unidades de negócios de médio porte, onde os laboratórios científicos e técnicos, proporcionando a parte fundamental de seu conhecimento.</p>
2000	Berger (2009)	Tailândia	Survey com 2.166 empresas	Avaliar a relação entre esforços e resultados inovativos; inovação e produtividade, exportações e inovação.	<p>Empresas grandes, com orientação internacional e que fazem parte de grandes grupos empresariais têm uma maior probabilidade de serem inovadoras e investir mais em atividades de inovação.</p> <p>Empresas que recebem apoio financeiro público para inovar e participar de redes de cooperação fazem maiores gastos inovativos.</p> <p>Esforços e resultados inovativos, bem como resultados inovativos e produtividade do trabalho apresentam correlação positiva.</p> <p>Não foi constatada a relação positiva entre inovações de processo e a produtividade.</p>
1998- 2000	Campos (2005) e Campos e Ruiz (2009)	Brasil	PINTEC 2000	Investigar aspectos da mudança tecnológica na indústria brasileira.	<p>A diversidade intersetorial é variável relevante para entender o comportamento inovativo da indústria brasileira. O perfil inovativo dos setores industriais brasileiros é coerente com as proposições da literatura internacional – particularmente, Pavitt (1984), porém apresentam algumas especificidades.</p> <p>Os padrões setoriais de inovação são fortemente influenciados pelas oportunidades tecnológicas, estando os setores de maior dinamismo inovativo discriminados nas categorias com indicadores</p>

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
					tecnológicos mais pujantes.
1998- 2004	Castellacci e Zheng (2010)	Noruega	6.000 empresas de manufatura e serviços.	Investigar as relações entre regimes tecnológicos e desempenho econômico no nível da firma e explorar a forma como essa relação é diferente nos distintos padrões de inovação schumpeteriana	Enquanto a produtividade total dos fatores tem aumentado com o progresso técnico, a eficiência técnica tem diminuído. As características dos regimes tecnológicos são determinantes importantes do crescimento da produtividade no nível da firma, mas seus impactos sobre o progresso técnico são diferentes dos efeitos sobre a mudança da eficiência. O progresso técnico tem sido mais dinâmico em indústrias caracterizadas pela ausência de barreiras de entrada e baixa concentração das atividades inovativas (Schumpeter Mark II), enquanto a mudança de eficiência tem sido mais importante nos mercados com elevadas barreiras de entrada e concentração das atividades inovativas (Schumpeter Mark I).
1994- 1996	Castellacci (2004)	Europa	Base de dados da <i>Community Innovation Survey (CIS)</i> para 10 países europeus (Alemanha, Espanha, Itália, França, Holanda, Noruega, Portugal, Suécia, Reino Unido e Áustria).	Investigar padrões setoriais de inovação da indústria de manufatura; Refinar a taxonomia do comportamento inovativo setorial proposta por Pavitt (1984).	Identificação de quatro diferentes padrões setoriais de mudança tecnológica, quais sejam: 1) Avanço tecnológico determinado pelos usuários: composto por fabricantes Equipamentos de Escritório, Rádio, TV, Computadores, Máquinas e equipamentos, Equipamentos médicos e ópticos e Materiais elétricos. Elevados investimentos em P&D e design e grande número de inovações de produtos e processos; 2) Indústrias sistêmicas: os riscos dos projetos inovativos são compartilhados com outros componentes do sistema de inovação, elevada presença de atividades contínuas de P&D e propensão à utilização de patentes como forma de apropriação, o grupo é composto apenas por fabricantes de produtos Químicos e de Coque, derivados do petróleo e combustível nuclear; 3) Indústria investimento-intensiva: composta por Veículos, Outros equipamentos de transportes, Produtos de Borracha e Plástico, Metalurgia Básica, Produtos de Metal, o agrupamento apresenta baixa

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
					propensão à apropriação através de patentes, bem como às atividades contínuas de P&D. No entanto, são intensos os laços com os usuários das novas tecnologias; 4) Difusão incorporada: composto por Alimentos e bebidas, Produtos Têxteis, Confeção, Couro e Calçados, Produtos de Madeira, Móveis, Produtos minerais não metálicos, Impressão, Celulose e Papel. Os investimentos inovativos são concentrados na aquisição de máquinas e equipamentos o que determina a lenta difusão do conhecimento
2003- 2005	Castro (2010)	Brasil	PINTEC 2005	Analisar o padrão de inovação tecnológica nos setores industriais brasileiros.	Os setores da indústria brasileira apresentam um padrão de inovação tecnológica alinhado com a taxonomia apresentada por Pavitt (1984), mas nenhum deles apresentou um padrão claro de inovação tecnológica do tipo 'Fornecedores especializados'.
1980 1994	Cockburn e Henderson (1998)	EUA	Todos os artigos, publicados em <i>Journals</i> indexados no Institute for Scientific Information's Science, entre 1980 e 1994, com autoria de ao menos um pesquisador cujo endereço eletrônico seja de uma das 20 principais empresas farmacêuticas (pesquisa-orientadas) do país. Entrevistas com dirigentes das indústrias e pesquisadores	Analisar a interface entre as pesquisas realizadas em indústrias farmacêuticas e aquelas custeadas por recursos públicos em universidades e institutos de pesquisa.	Na indústria farmacêutica a relação entre os setores público e privado não são bem descritas por um modelo em cascata simples em que o setor público produz conhecimento que transborda sem custo para os pesquisadores a jusante. Resultados do setor privado, por vezes, têm importância para o trabalho do setor público e a transferência de informações entre setores público e privado pode ser cara e demorada.
1994	Cohen e Walsh (2000)	EUA Carnegie Mellon Survey	Entrevistas através de questionário com dirigentes de P&D em 40 indústrias farmacêuticas, 21 de biotecnologia, 34 de computadores e 25 de semicondutores.	Investigar a natureza e a determinação da P&D industrial após a promulgação do Bay Dole Act.	Nas quatro indústrias examinadas, os canais mais importantes de transferência da investigação pública para os laboratórios de P&D industrial são os mais públicos. Além disso, as análises sugerem que mesmo quando os canais privados, tais como consultoria são fortes, o uso de canais públicos complementa essa força.
1981- 1988	Cohen; Florida; Goe (1994)	EUA Carnegie Mellon	Entrevistas-questionário de 511 Centros de Pesquisa Universidade-Indústria (CPUi)	Investigar a amplitude, características e atividades dos CPUi.	Aproximadamente 12.000 membros das universidades e 22.300 pesquisadores com nível de doutorado estão envolvidos com as atividades dos

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
		Survey	Entrevistas pessoais com dirigentes de centros de pesquisa universidade-indústria selecionados.		<p>CPUI. O governo, em seus diferentes níveis, é responsável por aproximadamente 50% dos fundos dos CPUI. 70% dos recursos que as indústrias destinam às pesquisas acadêmicas estão alocados nos CPUI. Em 1990, 20% das patentes registradas pelas universidades tiveram origem nos CPUI. Os CPUI estão associados a um amplo conjunto de indústrias tradicionais e de alta tecnologia e abrangem vários campos da ciência e áreas da engenharia. Como as pesquisas dos CPUI são direcionadas para as demandas das indústrias, elas tendem a produzir impactos imediatos sobre a tecnológica comercial.</p>
1994	Cohen; Nelson; Walsh (2000)	EUA Carnegie Mellon Survey	Questionário aplicado em 1478 laboratórios de P&D de indústrias.	Investigar os mecanismos adotados pelas indústrias para a apropriação dos benefícios gerados pelas suas inovações.	As empresas geralmente protegem os lucros, decorrentes das inovações por elas introduzidas, com uma série de mecanismos, incluindo patentes, sigilo industrial, tempo de espera, uso de marketing complementar e capacidade de produção. Com maior ênfase é mencionado o sigilo e o tempo de espera.
1994	Cohen; Nelson; Walsh (2002)	EUA Carnegie Mellon Survey	Questionário aplicado em 1.267 laboratórios de P&D de indústrias norte americanas	Avaliar a influência da pesquisa pública para a P&D industrial.	<p>Na maioria das indústrias e com diferenças intersetoriais marcantes é relevante a influência das pesquisas públicas. Em quase um terço dos projetos de P&D industrial foram utilizados os resultados de pesquisas públicas. Em 20% foram utilizados instrumentos e técnicas. Em grande número, a transferência de conhecimento é feita por mecanismos não públicos como consultoria e contatos informais, o que sugere que os impactos da pesquisa pública são ainda maiores. O impacto da pesquisa pública é similar ao impacto da pesquisa realizada pelos concorrentes. A indústria farmacêutica se destaca como uma anomalia em muitas dimensões. Não há outro setor</p>

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
					onde a pesquisa pública, particularmente em ciência básica, é tão relevante. O conhecimento de consumidores e outras manufaturas são menos importantes para P&D na indústria farmacêutica do que em outras indústrias, sugerindo que o modelo linear pode caracterizar melhor o processo de inovação nessa indústria do que em outros. Patentes e licenças são meios essenciais de transmissão de informações de pesquisas públicas para a indústria de produtos farmacêuticos, refletindo em parte o fato de que as patentes são mais eficazes na proteção das invenções de droga do que em qualquer outra indústria.
2002- 2003	D'Este e Patel (2007)	Reino Unido	Pesquisadores universitários com pesquisas subvencionadas pela UK Engineering and Physical Sciences Research Council no período 1995-2003	Analisar os diferentes canais através dos quais os pesquisadores acadêmicos interagem com a indústria e os fatores que influenciam as interações.	Os pesquisadores de universidades interagem com a indústria usando uma grande variedade de canais, dentre eles os mais utilizados são: consultoria, contrato de pesquisa, pesquisa conjunta e treinamento. A variedade e frequência das interações são determinadas mais pelas características pessoais dos pesquisadores que pelas características de seus departamentos ou universidades.
1985- 1990	Feller; Ailes; Roessner (2002)	EUA	Entrevistas com 355 firmas (de diversos setores) que interagem com 18 Centros de Pesquisa em Engenharia	Avaliar a contribuição da pesquisa acadêmica para a educação e a inovação industrial.	É forte o apoio e interesse das empresas na geração de conhecimento e pesquisas acadêmicas, bem como no papel educacional das universidades.
2002- 2004	Figueiredo e Vedovello (2005)	Brasil Manaus	Amostra constituída de 46 empresas dos setores de eletroeletrônica, motocicletas e bicicletas e 29 organizações de pesquisa, localizadas no polo industrial de Manaus,	Examinar as evidências empíricas da capacitação tecnológica, bem como os vínculos inovativos mantidos pelas firmas instaladas no Polo Industrial de Manaus	É grande o número de empresas possuidoras de elevadas capacidades inovadoras em diversas funções tecnológicas, bem como o de empresas com vínculos com organizações de apoio à inovação. Os vínculos inovativos entre os componentes do SI são fortes, em geral, informais e envolvendo, prioritariamente, recursos humanos das diferentes organizações.
2004	Goddard e Isabelle (2006)	França	Survey com 150 laboratórios públicos.	Identificar o padrão de relacionamento colaborativo entre laboratórios de pesquisa e	A transferência de conhecimento e o desenvolvimento de tecnologia ocorrem, com maior frequência, através de pesquisa colaborativa,

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
				indústria.	<p>contrato, trocas informais, conferências e consórcios. Os principais benefícios, na perspectiva de laboratórios, são as entradas tangíveis e intangíveis de fundos, materiais, sugestões de pesquisa e dados.</p> <p>Os resultados mais frequentes da colaboração são teses, publicações e artefatos tecnológicos (novos produtos, processos e softwares), enquanto as patentes, licenças e direitos autorais são menos frequentes.</p> <p>A colaboração com a indústria leva os laboratórios a realizarem pesquisas de forma mais oportuna e confiável, bem como a concentrarem-se em áreas mais aplicadas.</p>
1998- 2000	Gonçalves; Lemos; De Negri (2006)	Brasil	PINTEC 2000 28.162 unidades locais de produção	Entender as inter-relações existentes entre os atributos internos à firma, os atributos territoriais e a capacidade de inovar.	<p>Os atributos territoriais são complementares aos atributos internos das firmas inovadoras brasileiras, embora tenham importância variável de acordo com o tipo de inovação em consideração.</p> <p>Dependendo do tipo de empresas inovadora, as externalidades de conhecimento tecnológico intra-regionais, medidas por patentes per capita do município e pela proporção de gastos com P&D em relação ao valor agregado da indústria municipal, podem exercer efeito significativo sobre a inovação das firmas industriais brasileiras.</p> <p>A origem do capital e o tamanho da firma são os principais determinantes do processo inovador brasileiro.</p>
2003	Jong e Marsili (2006)	Holanda	1.234 pequenas e microempresas	Definir uma taxonomia do padrão inovativo de pequenas e microempresas de manufatura e serviços.	<p>A taxonomia identifica quatro categorias de pequenas empresas (de manufatura e serviços) inovadoras: Baseadas em ciência, Fornecedoras especializadas, Dominadas por fornecedores e Intensivas em recursos. O que resulta em um padrão mais diversificado de inovação das pequenas empresas do que na taxonomia de Pavitt (1984).</p> <p>'Baseadas em ciência' estão bem presentes nos produtos químicos, máquinas de escritório e</p>

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
					equipamentos elétricos, bem como em serviços económicos (consultoria, por exemplo) e serviços de engenharia e arquitetura. Na Holanda, estas indústrias são caracterizadas por uma força de trabalho altamente qualificada e a aplicação freqüente de novas tecnologias. 'Fornecedores especializados' são mais freqüentemente encontrados em serviços de atacado e de computador e afins. Enquanto 'Dominadas por fornecedores' é o tipo predominante no setor de metais, transportes e construção, três indústrias que na Holanda têm sido reconhecidas por sua falta de iniciativa em matéria de inovação. Empresas 'Intensivas em recursos' são especialmente representadas por hotéis, restaurantes e serviços pessoais.
1998- 2000	Kannebley; Porto; Pazzelo (2003)	Brasil	PINTEC 2000 72.000 empresas industriais com mais de 10 postos de trabalho.	Analisar as características das empresas inovadoras brasileiras.	A orientação exportadora é a principal característica distintiva para a empresa inovadora. A seguir pode ser apontado o tamanho da empresa, apresentando uma relação positiva entre a probabilidade de inovar e o tamanho da empresa. Por último, na análise agregada para a inovação, destacam-se a origem estrangeira ou mista do capital e a variação interindustrial como variáveis capazes de auxiliar na classificação de empresas inovadoras.
1983 1984	Klevorick et al (1995)	EUA Yale Survey	Questionários aplicados em 650 indústrias distribuídas em 130 linhas e negócios. Respondentes: dirigentes de departamentos de P&D.	Investigar as fontes de oportunidades tecnológicas da indústria de transformação.	Diferenças intersetoriais nas fontes utilizadas e no vigor das oportunidades tecnológicas contribuem de forma relevante para explicar as diferenças setoriais de intensidade dos esforços e definição da trajetória tecnológica.
1984- 1985	Levin et al (1987)	EUA Yale Survey	Questionários aplicados em 650 indústrias distribuídas em 130 linhas e negócios. Respondentes: dirigentes de departamentos de P&D.	Identificar padrões setoriais de apropriação dos benefícios provocados pelas inovações.	Diferenças intersetoriais são marcantes tanto com relação ao nível de apropriação quanto com relação aos mecanismos utilizados. O patenteamento representa um instrumento limitado de apropriação. Na maioria dos setores, sigilo industrial, benefícios do aprendizado, esforços de vendas e serviços são instrumentos mais significativos de apropriação que as patentes.

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
1998- 2000	Mairesse e Mohnen (2004)	França	2.253 empresas de manufatura (com no mínimo 20 postos de trabalho) respondentes do EAE - Enquête Annuelle d'Entreprise	Avaliar a contribuição da P&D para a inovação nas empresas de manufatura.	A P&D é positivamente correlacionada com todas as medidas de resultados inovativos. A inovação é, geralmente, mais sensível à P&D nos setores de baixa tecnologia do que nos setores de alta tecnologia. A noção de inovação de produto ou processo é muitas vezes criticada por ser bastante subjetiva.
	Malerba e Nelson (2010)	China, Índia, Brasil, Coréia e Taiwan	Pesquisas diversas sobre o processo de <i>catch-up</i> .	Identificar os fatores determinantes do <i>catch-up</i> , nos setores de telecomunicação, farmacêutico, softwares, semicondutores, automobilístico e agroalimentar, de países emergentes.	Os setores são diferentes tanto em estrutura de mercado e comportamento inovativo quanto nas políticas públicas e infraestrutura tecnológica necessária para desenvolvê-los. A capacidade de aprendizado das empresas é característica fundamental para a absorção do conhecimento gerado nos SSI's dos países líderes. Nos setores intensivos em escala, nos quais o avanço tecnológico é cumulativo e os gastos em P&D são importantes para a produção, inovação e crescimento as grandes empresas têm sido os principais impulsionadores do processo de eliminação do hiato tecnológico.
1981	Mansfield (1985)	EUA Yale Survey	Questionários aplicados em 100 firmas de diferentes setores e com gastos em P&D superiores a US\$ 1 milhão ou 1% das vendas. Respondentes: dirigentes da indústria.	Investigar a velocidade com a qual as inovações são imitadas pelos concorrentes.	As diferenças intersetoriais não são significativas. Em media são necessários entre 12 e 18 meses para que as inovações sejam imitadas pelos concorrentes. Os principais canais de transferência de informação de uma empresa para a outra são a mobilidade dos recursos humanos, os contatos informais entre engenheiros e cientistas, fornecedores e consumidores.
1980- 1989	Mansfield e Lee (1996)	EUA	Questionários respondidos por dirigentes de P&D das 70 principais empresas inovadoras nos seguintes setores: eletrônica, química, petróleo, farmacêutica, instrumentos, metalurgia e informação.	Identificar as universidades cujas pesquisas mais contribuíram para as inovações introduzidas pelas empresas nas décadas de 70 e 80.	As universidades cujas pesquisas produziram maior impacto para a indústria foram: MIT, UC Berkeley, Stanford, Harvard e Yale. As diferenças intersetoriais são marcantes com relação às universidades e áreas de conhecimento relevantes. A distância entre a firma e a universidade é variável relevante na determinação da capacidade da empresa apropriar-se dos benefícios produzidos

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
					pela pesquisa universitária.
1995- 1997	Meyer-Krahmer e Schmoeh (1998)	Alemanha	Survey com 433 professores representantes de centros de pesquisa. Análise dos registros de patentes e artigos científicos nas áreas de Química, Tecnologia da Informação, Biotecnologia e Tecnologia de Produção (campo da Engenharia Mecânica).	Analisar as relações entre universidades e empresas em áreas selecionadas do conhecimento.	Para todos os campos examinados, o elemento central que explica a cooperação entre universidades e empresas industriais é a troca de conhecimento em ambas as direções. A capacidade absorptiva de firmas, institutos de pesquisa e universidade é variável determinante do sucesso dos relacionamentos.
1987- 1988	Narin et al (1997)	EUA	Análise de 430.226 referências de artigos em 397.660 patentes norte-americanas registradas entre 1987 e 1988 e entre 1993 e 1994.	Investigar a influência da ciência pública na inovação tecnológica da indústria.	A ciência pública desempenha papel fundamental na inovação tecnológica da indústria norte-americana, seja grande ou pequena, de alta ou baixa tecnologia e de todos os setores da economia.
1988- 1999	Owen-Smith et al (2002)	EUA e Europa	Utilização de 4 diferentes bases de dados, quais sejam, 1.026 relacionamentos entre organizações públicas de pesquisa e empresas de biotecnologia nos EUA; 8.031 patentes de compostos ou processos terapêuticos, emitidas por escritórios mundiais de patente (Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha, França, Japão, Europa e do Tratado de Cooperação de Patentes) e atribuídas a 98 organizações não-industriais de pesquisa; Informações bibliográficas extraídas de patentes atribuídas a 81 universidades norte-americanas e 4.358 projetos de P&D colaborativa entre indústrias e organizações não-industriais nos EUA e Europa.	Identificar diferenças de comportamento colaborativo e inovativo entre indústrias e organizações de pesquisa na área da biomedicina, nos EUA e Europa.	Tanto nos EUA quanto na Europa a proximidade geográfica é relevante e define a formação de polos regionais na área biomédica. Nos Estados Unidos, organizações de pesquisa pública e pequenas empresas realizam atividades de P&D em várias áreas terapêuticas e etapas do processo de desenvolvimento. Laços dentro e entre os polos regionais revelam as pequenas empresas e diversas instituições públicas, contribuindo para o desenvolvimento de uma rede nacional robusta. Em contraste, o perfil europeu é de especialização regional, com um grupo menos diversificado de organismos públicos de investigação que atuam em um número menor de áreas terapêuticas. Institutos europeus desenvolvem ligações locais com pequenas empresas trabalhando em semelhantes problemas científicos, enquanto vínculos transnacionais de clusters regionais europeus normalmente envolvem grandes corporações farmacêuticas. A maior heterogeneidade do sistema dos EUA é baseada na integração muito mais próxima da ciência básica e do desenvolvimento clínico.
1945-	Pavitt (1984)	Reino Unido	2000 inovações significativas	Identificar e explicar padrões	As diferenças intersetoriais são marcantes.

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
1979				setoriais de inovação.	<p>O conhecimento tecnológico não é genérico, mas sim específico às firmas e suas aplicações; seu desenvolvimento é cumulativo e varia entre setores quanto às fontes e direções.</p> <p>As empresas inovadoras, principalmente nos setores eletrônico e químico são relativamente grandes e desenvolvem inovações em uma ampla gama de grupos de produtos específicos dentro de seu setor principal, mas para poucos grupos fora do seu setor. Empresas inovadoras, principalmente em engenharia mecânica e de instrumentos são relativamente pequenas e especializadas e têm relações simbióticas com grandes empresas de setores intensivos em escala, como metalurgia e veículos, que contribuem significativamente para a tecnologia de processo das primeiras. Em empresas têxteis, por outro lado, a maioria das inovações de processo é determinada pelos fornecedores.</p> <p>As características estruturais das firmas e as variações de comportamento podem ser classificadas em uma taxonomia de três partes, composta de firmas: (1) Dominadas pelos fornecedores, (2) Produção intensiva; (3) Baseada em ciência. Ela pode ser explicada pelas fontes de tecnologia, pela demanda dos usuários e pelas possibilidades de apropriação.</p>
1945- 1983	Pavitt; Robson; Townsend (1989)	Reino Unido	4.000 inovações, consideradas relevantes por cerca de 400 especialistas provenientes de instituições de pesquisa, associações comerciais, departamentos governamentais, instituições acadêmicas, comerciais e de revistas técnicas, bem como de empresas.	Analisar a natureza e a organização das atividades tecnológicas das firmas.	<p>O âmbito e a organização de atividades tecnológicas variam muito em função da atividade principal e do tamanho das empresas.</p> <p>As características estruturais das firmas e as variações de comportamento podem ser classificadas em uma taxonomia de quatro partes, composta de firmas: (1) Baseadas em ciência; (2) Intensivas em escala; (3) Intensivas em informação e (4) Fornecedoras especializadas.</p>
2001- 2003	Ruiz e Bhawan (2010)	Brasil	PINTEC 2003	Comparar o comportamento inovador de empresas	As EMN são mais propensas a inovar, mas não são altamente inovadoras.

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
				multinacionais (EMN) e nacionais (ENA) no Brasil por setor de atividade industrial.	As diferenças de comportamento entre ambos os grupos estudados são muito reduzidas em termos agregados, na maior parte dos setores e para todas as variáveis examinadas, o que significa que a atividade inovadora de cada empresa é fortemente determinada por imperativos tecnológicos setoriais. Os setores que apresentam maiores diferenças de comportamento são praticamente os mesmos para a maior parte das variáveis objeto de comparação (confeção, metalurgia, indústrias diversas, refino de petróleo, veículos e instrumentos e equipamentos de comunicações), revelando que os aspectos relativos à estrutura e organização da firma podem ser mais relevantes que os imperativos tecnológicos setoriais.
2009	Som; Dreher; Maloca (2010)	Alemanha	Amostra composta pelos questionários respondidos por 675 empresas de manufatura que fizeram inovações de produtos, processos e/ou organizacionais no ano de 2009, mas não realizaram dispêndios em P&D. Pesquisa conduzida pelo Fraunhofer-Institute for Systems and Innovation Research (ISI).	Captar o comportamento inovativo de empresas que não fazem gastos em P&D (intra ou extramuros)	A existência de empresas sem investimentos em P&D não está restrita aos países não desenvolvidos, aos setores de baixa intensidade tecnológica ou às pequenas unidades empresariais. O grau de inovatividade das empresas independe dos gastos em P&D. Os resultados do estudo revelam a existência de múltiplas fontes de inovação e formas de inovar que prescindem da realização interna ou contratação de P&D pela firma, mas não da existência de P&D em institutos públicos, universidades, concorrentes, fornecedores ou clientes o que torna as relações cooperativas importantes para um grande número das empresas que não fazem ou contratam P&D. Foram identificados 5 padrões distintos de comportamento. Todos presentes, simultaneamente, em todos os setores cobertos pela pesquisa. 1) Desenvolvedores de produtos intensivos em conhecimento; 2) Orientados pelas demandas dos clientes (especializados em processos); 3) Desenvolvedores de produtos para o consumidor; 4) Não inovadores, produção intensiva e 5) Fornecedores especializados..

Quadro anexo 1. Resumo do referencial empírico

Ano/ Período	Referência/ Artigo	País/ Região	Amostra/ Fontes	Objetivos	Principais resultados
1998- 2000	Zucoloto (2004) e Zucoloto e Toneto Júnior (2005)	Brasil	PINTEC 2000	Avaliar o padrão de inovação tecnológica da indústria de transformação brasileira. Comparar os resultados nacionais com os de países da OCDE.	O esforço tecnológico da indústria brasileira, bem como da maioria dos seus setores, é inferior ao observado na média dos países selecionados da OCDE. As diferenças mais significativas estão nos setores baseados em ciência. As diferenças de estrutura produtiva explicam parte das diferenças de esforço tecnológico. Há correlação positiva entre esforço tecnológico e desempenho exportador.

Fonte: Referencial teórico (elaboração própria).

Quadro anexo 2. Classificação dos setores econômicos segundo a densidade tecnológica

Densidade/Classificação CNAE 2.0

1. Alta Densidade Tecnológica

- 21 Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
- 26 Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos

2. Média Alta Densidade Tecnológica

- 27 Fabricação de máquinas e aparelhos elétricos
- 29 Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias
- 20 Fabricação de produtos químicos
- 30 Fabricação de equipamento ferroviário e equipamento de transporte
- 28 Fabricação de máquinas e equipamentos

3. Média Baixa Densidade Tecnológica

- 22 Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
- 19 Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis
- 25 Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
- 24 Metalurgia básica
- 23 Fabricação de produtos de minerais não metálicos

4. Baixa Densidade Tecnológica

- 12 Fabricação de produtos do fumo
- 10 e
- 11 Fabricação de alimentos e bebidas
- 17 Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
- 16 Fabricação de produtos de madeira
- 31 e
- 32 Fabricação de móveis e indústrias diversas
- 13 Fabricação de produtos têxteis
- 15 Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados
- 14 Confecção de artigos do vestuário e acessórios
- 18 Impressão e reprodução de gravações

Fonte: CGEE (2008)

Quadro anexo 3 – Entidades de Classe ligadas à Metalurgia Básica
Associação Brasileira de Alumínio - ABAL
Associação Brasileira de Fundição - ABIFA
Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração - ABMM
Associação Brasileira de Produtores de Ferroligas e de Silício Metálico - ABRAFE
Associação Brasileira da Indústria de Tubos e Acessórios de Metal - ABITAM
ICZ - Instituto de Metais Não-Ferrosos
Instituto Aço Brasil

Fonte: Elaboração própria.

Quadro anexo 3. Pesquisadores de referência na Engenharia de Materiais e Metalurgia.

Indicação	Pesquisador	Universidade ou Instituto de Pesquisa	Bolsa de Produtividade	Área de Pesquisa
E	Alisson Machado	UFU	sim	Fresamento, torneamento, furação, alargamento, temperatura de corte, formação do cavaco, desgaste e mecanismos de desgastes em ferramentas de corte, rebarbas, acabamento superficial, fluidos de corte e aplicações de ferramentas de corte texturizadas a laser nos processos de usinagem.
P	Aloisio Nelmo Klein	UFSC	sim	Metalurgia do Pó e Materiais Sinterizados.
P	Amilton Sinatora	USP	sim	Desgaste e atrito em componentes mecânicos.
P	André Costa e Silva	UFF	não	Relações entre processamento, propriedades e desempenho dos aços.
E/P	André Paulo Tschiptschin	USP	sim	Estrutura dos Metais e Ligas, Transformação de Fase, Tratamentos Térmicos e Termoquímicos.
E/P	Angelo Fernando Padilha	USP	sim	Transformações de fases, microestrutura, recristalização, técnicas de análise microestrutural, textura cristalográfica, aços inoxidáveis, superligas, alumínio e suas ligas e metais refratários.
E/P	Antônio Cezar Faria Vilela	UFRGS	sim	Pirometalurgia
E	Arlene Maria Sarmanho	UFOP	sim	Estruturas metálicas e mistas, perfis formados a frio, análise experimental e estabilidade estrutural.
P	Carlos Angelo Nunes	USP	sim	Diagrama de fases, intermetálicos, ligas de metais refratários (Nb, Ta, Mo, W, Re), solidificação. Recentemente iniciou atividades de pesquisa na área de superligas à base de níquel.
E	Carlos Sérgio da Costa Viana	UFF	não	Texturas cristalográficas, Conformação, Anisotropia, Chapas finas.
E	Claudemiro Bolfarini	UFSCAR	sim	<i>Spray forming</i> , ligas de alumínio e aços para fundição, avaliação e desenvolvimento de materiais para implantes ortopédicos e análise e prevenção de falhas.
E	Claudio Schneider	CETEM-RJ	sim	Modelamento e simulação de processos, liberação, estereologia, análise de imagens, visão de máquina, caracterização e carvão.
E/P	Cyro Takano	USP	sim	Matérias primas siderúrgicas, carvão vegetal, auto-redução, produção de ferro-primário, produção de ferro-ligas e reciclagem.
E	Dagoberto B. Santos	UFMG	sim	Caracterização microestrutural, propriedades mecânicas, tratamentos térmicos dos aços, aços ARBL, aços bifásicos, aços TRIP e TWIP, laminação a quente, síntese auto-propagante, ferros e aços fundidos.

Quadro anexo 3. Pesquisadores de referência na Engenharia de Materiais e Metalurgia.

Indicação	Pesquisador	Universidade ou Instituto de Pesquisa	Bolsa de Produtividade	Área de Pesquisa
P	Daltro Garcia Pinatti	USP	não	Bioenergia.
E/P	Eduardo Albertin	IPT	sim	Metalurgia e fundição de ligas metálicas e materiais resistentes ao desgaste abrasivo.
E/P	Fernando Cosme Rizzo	PUC-RJ	sim	Corrosão em Temperaturas Elevadas, Cerâmicas supercondutoras, Síntese de óxidos nanoestruturados, Materiais com expansão térmica negativa, Aços com microestrutura complexa obtidos por têmpera e partição, e Revestimentos.
P	Fernando José Gomes Landgraf	USP	sim	Comportamento magnético dos materiais de engenharia, incluindo seu processamento por conformação Mecânica. Atua em laminação e processamento de materiais particulados de aços elétricos, ímãs aglomerados (bonded magnets), investigando as relações entre processo, microestrutura e textura cristalográfica e suas propriedades magnéticas.
E	Francisco Ambrozio Filho	FEI	sim	Processamento por técnicas de Metalurgia de Pó e técnicas de caracterização de materiais, atuando principalmente nos seguintes temas: processamento de metais e ligas por técnicas de metalurgia do pó, sinterização de ligas metálicas e sua caracterização.
E	Frank Patrick Missell	UCS	sim	Propriedades magnéticas, Sm(CoFeCuZr) _z , ligas de terra rara-metal de transição, mecanismos de coercividade, aços elétricos, efeito Barkhausen para ensaios não destrutivos em aços.
E	Geralda Cristina Durães Godoy	UFMG	sim	Desgaste, recobrimentos, perfilometria tridimensional, recobrimento e aspersão térmica e PAPVD.
E/P	Hélio Goldenstein	USP	sim	transformações de fase nos materiais, relações entre a microestrutura e as propriedades dos materiais, sinterização, caracterização microestrutural, tenacidade à fratura e tratamentos térmicos.
E	Homero Delboni Jr.	USP	não	Britagem, moagem, classificação, simulação de circuitos de cominuição e concentração de minerais.
P	Idalina Aoki	USP	sim	Corrosão atmosférica, inibidores de corrosão e tratamento de superfícies metálicas tais como aço carbono e alumínio com polissilanos.
P	Isolda Costa	USP	sim	Corrosão e proteção de materiais metálicos.

Quadro anexo 3. Pesquisadores de referência na Engenharia de Materiais e Metalurgia.

Indicação	Pesquisador	Universidade ou Instituto de Pesquisa	Bolsa de Produtividade	Área de Pesquisa
E	Issamu Endo	UFOP	não	Tectônica de Terrenos Arqueanos e Proterozóicos, Tectônica e Estratigrafia do Quadrilátero Ferrífero, Geologia Estrutural Aplicada, Controle Estrutural de Mineralização, Geometalurgia do Minério de Ferro, Tectônica Cenozóica, Mapeamento Geológico Regional, de Semi-Detalhe e Detalhe, Técnicas de Mapeamento de Terrenos Polideformados: Metassedimentos e Complexos Cristalinos.
P	Ivan Gilberto Sandoval Falleiros	USP	não	Metalurgia física dos aços altamente ligados, deformação plástica de metais e recristalização.
E	Ivan Masson	UFRJ	não	Extração por Solvente.
P	João Batista Ferreira Neto	IPT	sim	Silício, nióbio, escória de aciaria, auto redução e refino de metais e ligas.
P	Jorge Alberto Soares Tenorio	USP	sim	Reciclagem e Tratamento de Resíduos Sólidos, Metalurgia Extrativa, Oxidação e Intermetálicos.
E	José Adilson de Castro	UFF	sim	Simulação computacional de Processos, alto-forno, Sinterização, Meio Ambiente.
P	José Carlos D'Abreu	PUC-RJ	sim	Termodinâmica e Cinética aplicada, Fluidodinâmica, Modelamentos Físico e Matemático de Processos, Aglomeração de Finos, Redução Sólida e em Fase Líquida, Auto-Redução, Refino, Tratamento e Reciclagem de Resíduos, Eficiência Energética e Geração de Energia Alternativa.
E	José de Anchieta Rodrigues	UFSCAR	sim	Alumina, propriedades mecânicas, concretos refratários, refratários e propriedades termomecânicas.
P	José Roberto d'Almeida	PUC-RJ	sim	Compósitos, comportamento mecânico, resina epóxi e fractografia.
E	Lídia Lobato	UFMG	sim	Mineralizações hidrotermais, especialmente ouro, e em particular no Quadrilátero Ferrífero.
P	Lirio Schaeffer	UFRGS	sim	Forjamento, estampagem, metalurgia do pó, materiais biomédicos e matérias para energias alternativas.
E	Lourival Boehs	UFSC	não	Usinagem, ferramentas, usinabilidade, em sistemas de informação e internet.
E	Luís Marcelo Marques Tavares	UFRJ	sim	Modelagem e simulação de processos de cominuição e concentração gravimétrica.
E	Luis Sobral	UFRJ	não	<i>Gold, electro winning, three-dimensional electrodes.</i>

Quadro anexo 3. Pesquisadores de referência na Engenharia de Materiais e Metalurgia.

Indicação	Pesquisador	Universidade ou Instituto de Pesquisa	Bolsa de Produtividade	Área de Pesquisa
P	Luiz Fernando Andrade de Castro	UFMG	não	Termodinâmica, alto-forno, carvão vegetal, escória, aço e refino do aço.
P	Luiz Henrique de Almeida	UFRJ	sim	Microscopia eletrônica, envelhecimento dinâmico, aços inoxidáveis austeníticos, aços ferríticos Cr-Mo e Cr-W, ligas para a indústria nuclear, fluência e microestrutura.
E	Luiz Paulo Mendonça Brandão	UFF	não	Textura, microestrutura e análise microestrutural.
P	Marcelo Breda Mourão	USP	sim	Fusão-redução; redução em fase líquida.
E/P	Mário Boccalini	IPT	sim	Solidificação, Aço rápido, carboneto eutético.
P	Oscar Balancin	UFSCAR	não	Aço Nióbio, Deformação a Quente, Compressão Plana.
E/P	Oscar Rosa Mattos	UFRJ	sim	Dissolução Anódica, Eletroquímica.
E	Paulo Kruger	UFOP	não	Projeto arquitetônico, estruturas metálicas, painéis de vedação, construções industrializadas, estruturas Tensegrity e sustentabilidade.
E/P	Paulo Rangel Rios	UFF	sim	modelamento microestrutural 3-d por meio de métodos computacionais, métodos matemáticos analíticos e caracterização microestrutural 3-d. Aplicações específicas incluem cinética formal, recristalização e crescimento de grão, reações difusionais, reações martensíticas e metalurgia física dos aços.
E/P	Paulo Roberto Cetlin	UFMG	sim	Conformação mecânica (ênfase em laminação, trefilação e forjamento), simulação física e numérica da conformação mecânica, propriedades mecânicas de metais, seleção de materiais e gestão da qualidade.
E/P	Ricardo Fuoco	IPT	não	Ligas de alumínio, liga A356, microporosidades, defeitos de fundição, ferros fundidos, aços fundidos, aplicações automotivas de peças fundidas e propriedades mecânicas de peças fundidas.
E	Ricardo Hallal Fakury	UFMG	sim	Estruturas de aço, estruturas mistas de aço e concreto e estruturas em situação de incêndio.
E/P	Ronald Lesley Plaut	USP	não	Metalurgia física, aços, ligas não ferrosas, laminação de planos, forjamento, extrusão, estampagem de chapas, aplicação industrial de redes neurais adaptativas.

Quadro anexo 3. Pesquisadores de referência na Engenharia de Materiais e Metalurgia.

Indicação	Pesquisador	Universidade ou Instituto de Pesquisa	Bolsa de Produtividade	Área de Pesquisa
E/P	Ronaldo Antonio N. M. Barbosa	UFMG	sim	Aplicação da metalurgia física a processos de conformação industriais, no desenvolvimento de técnicas experimentais visando a simulação física desses processos e no desenvolvimento de novos produtos advindos da introdução de inovações a processos de conformação industriais a partir de estudos via simulação física ou numérica.
P	Sergio Button	UNICAMP	sim	Conformação mecânica, simulação de processos e métodos numéricos.
E	Sérgio Neves Monteiro	UEFN	sim	Propriedades mecânicas, compósitos, cerâmica vermelha e materiais superduros.
E	Sidney (Sampaio) Parciornik	PUC-RJ	sim	Microscopia digital, análise de imagens, caracterização de compósitos, caracterização de minério de ferro e seus aglomerados.
E/P	Telmo Strohaecker	UFRGS	sim	Fratura, fadiga e qualificação de componentes.
E	Vanessa de Freitas Cunha Lins	UFMG	sim	Corrosão atmosférica, oxidação a altas temperaturas, eletrodeposição, eletrólise, aspersão térmica, revestimentos poliméricos e compósitos depositados em aços, fotodegradação de polímeros, envelhecimento de asfalto, técnicas eletroquímicas aplicadas ao estudo da corrosão.
E	Victor Carlos Pandolfelli	UFSCAR	sim	Cerâmicos.
E/P	Virgínia Ciminelli	UFMG	sim	Modelagem termodinâmica, cinética e molecular de reações de dissolução, sorção, precipitação, em particular, associadas aos fenômenos de oxidação de sulfetos.
P	Walter José Botta Filho	UFSCAR	sim	Desenvolvimento e caracterização de materiais com estruturas e microestruturas fora-do-equilíbrio, por exemplo, materiais amorfos, nanoestruturados e contendo fases metaestáveis; caracterização microestrutural de materiais avançados e convencionais por microscopia eletrônica; ligas metálicas amorfas, metaestáveis e nano-estruturadas.
P	Wilson Guesser	UDESC	não	Ferro fundido vermicular, usinabilidade, ferro fundido cinzento, ferro nodular e propriedades mecânicas.

Quadro anexo 3. Pesquisadores de referência na Engenharia de Materiais e Metalurgia.

Indicação	Pesquisador	Universidade ou Instituto de Pesquisa	Bolsa de Produtividade	Área de Pesquisa
P	Zehbour Panossian	IPT	sim	Corrosão, eletrodeposição, tratamento de superfície, corrosão atmosférica.

Legenda: E - Empresa; P - Pesquisador.

Fonte: Dados da pesquisa.

APÊNDICE C: Questionário Empresa

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

RAZÃO SOCIAL:

SETOR INDUSTRIAL (CLASSE CNAE):

CNPJ:

ORIGEM DO CAPITAL:

PRINCIPAIS PRODUTOS:

CARACTERÍSTICA DOS PRINCIPAIS PRODUTOS:

1. Padronizados; 2. Sob encomenda (customizados)

FATURAMENTO MÉDIO ESTIMADO:

PARTICIPAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES NO FATURAMENTO DA EMPRESA: %

A CONCORRÊNCIA DE PRODUTOS IMPORTADOS É RELEVANTE NO SETOR:

() Sim () Não

ENDEREÇO:

CIDADE:

TELEFONE:

FAX:

E-MAIL:

RESPONSÁVEL POR P&D, DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS OU TECNOLOGIA:

NÚMERO DE EMPREGADOS:

NÚMERO DE EMPREGADOS/ENVOLVIDOS EM ATIVIDADES DE P&D:

NÚMERO DE EMPREGADOS/ENVOLVIDOS EM ATIVIDADES DE PESQUISA E

DESENVOLVIMENTO (P&D) COM PÓS-GRADUAÇÃO (concluído ou em curso):

NÚMERO DE EMPREGADOS/ENVOLVIDOS EM ATIVIDADES DE PESQUISA E

DESENVOLVIMENTO (P&D) COM MESTRADO:

NÚMERO DE EMPREGADOS/ENVOLVIDOS EM ATIVIDADES DE PESQUISA E

DESENVOLVIMENTO (P&D) COM DOUTORADO:

Entrevistado: NOME:

CARGO:

Tempo de exercício das funções atuais:

Tempo na empresa:

FORMAÇÃO ACADÊMICA	<u>Nível mais elevado de titulação</u>
	UNIVERSIDADE/FACULDADE:
	ANO:
	TÍTULO ACADÊMICO
	ÁREA DO CONHECIMENTO:

I – ATIVIDADES INOVATIVAS E DE P&D

1. Sua empresa introduziu produtos e processos novos ou aperfeiçoados nos últimos três anos? Se sua empresa introduziu mais de uma inovação neste período, assinale os itens abaixo que se aplicam às inovações da empresa.

1. a) Novos (ou substancialmente aperfeiçoados) produtos Assinale todos que se aplicam

- a) Nenhum produto novo
- b) Aperfeiçoamento de um produto já existente
- c) Novo para a empresa, mas não para o país
- d) Novo para o país, mas não para o mundo
- e) Novo para o mundo

1. b) Novos (ou substancialmente aperfeiçoados) processos Assinale todos que se aplicam

- a) Nenhum processo novo
- b) Aperfeiçoamento de um processo já existente
- c) Novo para a empresa, mas não para o país
- d) Novo para o país, mas não para o mundo
- e) Novo para o mundo

2. Esta questão se refere ao percentual de receita utilizado em atividades de P&D de sua empresa, de acordo com sua estimativa.

Nos últimos três anos, uma média de _____ % da receita foi investida em P&D.

(SE SUA RESPOSTA FOR “ZERO”, CONTINUE RESPONDENDO A PARTIR DA QUESTÃO Nº 6. CASO CONTRÁRIO, POR FAVOR, CONTINUE A RESPONDER O QUESTIONÁRIO, MAS NÃO RESPONDA A QUESTÃO Nº 6.)

3. As atividades de P&D de sua empresa são:

- a) Contínuas
- b) Ocasionais

4. Sua empresa possui departamento de P&D?

Sim Não

5. Há outras unidades da empresa onde são realizadas atividades de P&D?

Sim Não

Em caso afirmativo, informe a localização dessa(as) unidade(s) onde há atividades de P&D

Estado: _____ Cidade: _____

Estado: _____ Cidade: _____

Outro país: _____

III – ÁREAS DO CONHECIMENTO

14. Ao longo dos últimos dez anos, qual a importância da contribuição das Universidades ou Institutos de Pesquisa, por área do conhecimento, para as atividades de pesquisa de sua empresa? Indique a Universidade e/ou Instituto de Pesquisa nas áreas que você marcou moderadamente importante (3) ou muito importante (4).

1.Sem importância 2.Pouco Importante 3.Moderadamente importante 4.Muito importante

ÁREA	1	2	3	4	Universidade/Instituição
a) Agronomia					
b) Ciência da Computação					
c) Ciência e Tecnologia de Alimentos					
d) Ciências Biológicas					
e) Desenho Industrial					
f) Engenharia Civil					
g) Engenharia de Materiais e Metalúrgica					
h) Engenharia de Minas					
i) Engenharia Elétrica					
j) Engenharia Mecânica					
k) Engenharia Química					
l) Física					
m) Geociências					
n) Matemática					
o) Medicina					
p) Medicina Veterinária					
q) Química					
Outras (especificar):					
r)					
s)					
t)					

IV – COLABORAÇÃO COM UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISA

(Por favor, responda esta seção somente se sua empresa tiver colaboração – formal ou informal – com Universidades e/ou Institutos de Pesquisa.)

15. Quais são as razões da colaboração da empresa com Universidades e/ou Institutos de Pesquisa?

1. Sem importância 2. Pouco importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Objetivos da colaboração	1	2	3	4
a) Transferência de tecnologia da Universidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Buscar conselhos de cunho tecnológico ou consultoria com pesquisadores e/ou professores para a solução de problemas relacionados à produção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Aumentar a habilidade da empresa para encontrar e absorver informações tecnológicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Conseguir informações sobre engenheiros ou cientistas e/ou tendências de P&D nas áreas científicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Contratar pesquisas complementares, necessárias para as atividades inovativas da empresa, em universidades e institutos, centros ou laboratórios de pesquisa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Contratar pesquisas que a empresa não pode realizar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Fazer, o mais cedo possível, contatos com estudantes universitários de excelência para futuro recrutamento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Utilizar recursos disponíveis nas universidades e laboratórios de pesquisa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Realizar testes necessários para produtos e processos da empresa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Receber ajuda no controle de qualidade.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. Quem teve iniciativa para estabelecer os relacionamentos entre a empresa e o grupo? (Pode-se marcar mais de uma opção). Escolha uma alternativa

- | | |
|---|--------------------------|
| a) A empresa | <input type="checkbox"/> |
| b) O grupo de pesquisa | <input type="checkbox"/> |
| c) As iniciativas foram compartilhadas pelo grupo e pela empresa | <input type="checkbox"/> |
| d) Mecanismos institucionais da universidade/instituto de pesquisa para a transferência de tecnologia | <input type="checkbox"/> |
| e) Outro: (especifique) | <input type="checkbox"/> |

17. Em geral, a colaboração com universidades e institutos de pesquisa obteve sucesso em termos de atingir os objetivos esperados?

- Escolha uma alternativa
- | | |
|---|--------------------------|
| a) Sim, até agora a colaboração tem sido um sucesso para atingir os objetivos da empresa. | <input type="checkbox"/> |
| b) Não, a colaboração não tem sido um sucesso para atingir os objetivos da empresa | <input type="checkbox"/> |
| c) Colaboração ainda está em andamento, mas acredito que os objetivos serão atingidos em tempo hábil. | <input type="checkbox"/> |
| d) Colaboração ainda não se completou, mas acredito que os objetivos não serão atingidos. | <input type="checkbox"/> |

(SE SUA RESPOSTA FOI ALTERNATIVA “A” OU “C”, POR FAVOR, CONTINUE A RESPONDER A PARTIR DA QUESTÃO 18. CASO CONTRÁRIO, POR FAVOR, CONTINUE A RESPONDER A PARTIR DA QUESTÃO 17).

18. Por que a colaboração com Universidades e Institutos de Pesquisa não atingiu os objetivos?

1. Sem importância 2. Pouco importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Razões

	1	2	3	4
a) Divergência entre o conhecimento disponibilizado pela universidade/institutos, centro ou laboratório de pesquisas e o conhecimento necessário à empresa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Diferenças em termos de ritmo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Diferenças entre pontos de vista e/ou objetivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Os pesquisadores da Universidade/instituto, centro ou laboratório de pesquisa são muito orientados cientificamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Os pesquisadores da Universidade/instituto, centro ou laboratório de pesquisas não são suficientemente orientados cientificamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Pouca sensibilidade da universidade à demanda da empresa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Diferenças quanto à apropriação dos resultados dos projetos (questões de propriedade intelectual)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Falta de capacitação de pessoal da empresa para lidar com a universidade.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) Outra: (Especificar _____)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j) Outra: (Especificar _____)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Há quanto tempo sua empresa tem colaborado com universidades/institutos de pesquisa?

Escolha uma alternativa

- a) Há menos de um ano
- b) Entre um e dois anos
- c) Entre dois e cinco anos
- d) Entre cinco e dez anos
- e) Há mais de dez anos

<input type="checkbox"/>

20 - Em geral, como são financiados os projetos em colaboração com as universidades e institutos de pesquisa? Indique a percentagem média.

	% média
a) Recursos próprios (a empresa)	
b) Recursos públicos (FINEP, CNPq, FAPs, BNDES, ect.)	
c) Recursos de terceiros (capital de risco, bancos privados, etc.)	

Se você indicou valor maior que zero na letra “b”, assinale qual mecanismo foi utilizado nos últimos três anos. Assinale todos que se aplicam:

Incentivo fiscal à P&D e inovação tecnológica (Lei nº. 8.661, Lei nº. 10.332, Lei nº. 11.196)	
Financiamento para a participação em projetos de P&D e inovação tecnológica em parceria com universidades e institutos, centros ou laboratórios de pesquisas	
Financiamento para projetos de P&D e inovação tecnológica	
Financiamento para a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar	
Bolsas oferecidas pelas FAPs e RHAEC/CNPq para pesquisadores em empresas	
Aporte de capital de risco	
Outros (favor especificar):	

V – FUNÇÕES DA UNIVERSIDADE

21. Por favor, avalie a importância das seguintes funções das universidades para sua empresa.

1. Sem importância 2. Pouco importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Funções da Universidade

a) Ensino

b) Pesquisa

c) Social

d) Empreendedorismo.

	1	2	3	4

22 – Pense nas atividades inovativas potenciais em que sua empresa pode se envolver agora ou em futuro próximo. Para contribuir com essas atividades inovativas, você pode contar com o apoio de linhas de pesquisa já existentes em universidades e institutos de pesquisa?

() Sim () Não

Em caso negativo, especifique a linha de pesquisa e a respectiva área do conhecimento que as universidades/institutos de pesquisa no país necessitam avançar para apoiar as atividades inovativas de sua empresa.

Linha de pesquisa: _____

Área do conhecimento: _____

23 – A empresa utiliza ou utilizou, nos últimos três anos, algum instrumento público de incentivo às atividades de P&D?

a) Sim

b) Não

Se você respondeu que “sim”. Assinale todos que se aplicam:

a) Incentivo fiscal à P&D e inovação tecnológica (Lei nº. 8.661, Lei nº. 10.332, Lei nº. 11.196)	
b) Financiamento para a participação em projetos de P&D e inovação tecnológica em parceria com universidades e institutos, centros ou laboratórios de pesquisas	
c) Financiamento para projetos de P&D e inovação tecnológica	
d) Financiamento para a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar	
e) Bolsas oferecidas pelas FAPs e RHAEC/CNPq para pesquisadores em empresas	
f) Aporte de capital de risco	
g) Outros (favor especificar):	

24 – Em sua opinião, quais foram as inovações mais importantes dos últimos anos no setor em que a empresa atua? Quais foram seus impactos?

25 – Ainda com relação às inovações recentes do setor, a sua empresa já incorporou tais inovações? Se não, por que?

26 – Caso tenha conhecimento, identifique aqueles que considera os principais pesquisadores da área de metalurgia/materiais em atuação no Brasil.

Nome	Instituição

27 – Comentários adicionais:

(use o espaço abaixo para expor suas opiniões sobre o tema, complementar raciocínios apresentados anteriormente ou fazer quaisquer outros comentários que não tenham sido contemplados nas perguntas e/ou respostas anteriores).

APÊNDICE D: Questionário Pesquisador

I - DADOS DO PESQUISADOR

Nome:

Gênero:

Ano de nascimento:

Maior nível de titulação:

Universidade/Instituto de Pesquisa:

País:

Área da Última Titulação:

Ano:

Área de Pesquisa

Universidade/Instituto de Pesquisa onde atua

Endereço Eletrônico

II - INTERAÇÃO COM EMPRESAS

Prezado pesquisador, por favor, responda as perguntas de 1 a 5 em termos do grau de importância para as suas atividades de pesquisa, levando em consideração as atividades realizadas nos últimos três anos.

1. Abaixo são apresentados tipos de relacionamento que o grupo de pesquisa/pesquisador realiza em colaboração com empresas. Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do grupo/pesquisador.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Tipos de relacionamento	1	2	3	4
1. Testes para padronização /atividades de certificação da qualidade				
2. Avaliações técnicas, estudos de viabilidade, gerenciamento de projetos				
3. Serviços de engenharia				
4. Consultoria				
5. Treinamento e cursos				
6. Intercâmbio nas empresas				
7. Transferência de tecnologia (licenciamento)				
8. Projetos de P&D em colaboração com a empresa, com resultados de uso imediato				
9. Projetos de P&D em colaboração com empresas, sem resultados de uso imediato				
10. Projetos de P&D complementares às atividades de inovação da empresa				
11. Projetos de P&D substitutos às atividades de inovação da empresa				
12. Outros (especificar)				

2. Abaixo são apresentados os principais resultados do relacionamento com empresas. Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do grupo/pesquisador.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Resultados do Relacionamento com empresas	1	2	3	4
1. Novas descobertas científicas				
2. Novos projetos de pesquisa				
3. Novos produtos e artefatos				
4. Novos processos industriais				
5. Melhoria de produtos industriais				
6. Melhoria de processos industriais				
7. Formação de RH e estudantes				
8. Teses e dissertações				
9. Publicações				
10. Patentes				
11. Software				
12. Design				
13. Criação de novas empresas (spin-offs)				
14. Outros				

Qual o resultado mais importante (indique o número):

3. Abaixo são apresentados os benefícios do relacionamento com empresas. Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do grupo/pesquisador.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Benefícios do Relacionamento com empresas	1	2	3	4
1. Ideias para novos projetos de cooperação				
2. Novos projetos de pesquisa				
3. Intercâmbio de conhecimentos ou informações				
4. Equipamentos/ instrumentos de uso compartilhado				
5. Recebimento insumos para as pesquisas				
6. Recursos financeiros				
7. Novas redes de relacionamento				
8. Reputação				
9. Outros				

Qual o benefício mais importante: (indique o número)

4. Abaixo são apresentadas as principais dificuldades do relacionamento com empresas. Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do grupo/pesquisador.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Dificuldades do Relacionamento com empresas	1	2	3	4
1. Burocracia por parte da empresa				
2. Burocracia por parte da universidade/ institutos de pesquisa (limites institucionais)				
3. Custeio da pesquisa				
4. Diferença de prioridades				
5. Direitos de propriedade				
6. Distância geográfica				
7. Divergência quanto ao prazo da pesquisa				
8. Falta de conhecimento nas empresas das atividades realizadas nas universidades/ institutos de pesquisa				
9. Falta de conhecimento das necessidades das empresas por parte das universidades/ institutos de pesquisa				
10. Falta de pessoal qualificado para estabelecer um diálogo nas universidades / institutos de pesquisa				
11. Falta de pessoal qualificado para estabelecer um diálogo nas empresas				
12. Problema de confiabilidade				
13. Outros				

5. Abaixo são apresentados os canais de informação para transferência de conhecimento do grupo/pesquisador para as empresas. Classifique-os de acordo com o grau de importância para as atividades de pesquisa do grupo/pesquisador.

1. Sem importância 2. Pouco Importante 3. Moderadamente importante 4. Muito importante

Canais de informação para transferência de conhecimento	1	2	3	4
1. Congressos e seminários				
2. Contratação de recém graduados				
3. Contratos de pesquisa				
4. Empresas spin-off de universidades/institutos de pesquisa				
5. Engajamento em redes com empresas				
6. Incubadoras				
7. Publicações				
8. Intercâmbio temporário de profissionais				
9. Licenciamento de tecnologia				
10. Parques tecnológicos/ científicos				
11. Patentes				
12. Projetos de P&D cooperativos				
13. Treinamento de pessoal				
14. Troca informal de informação				
15. Consultoria individual				
16. Outros				

Qual o canal de informação para a transferência de conhecimento mais importante? (indique o número):

6. Quem teve a iniciativa para estabelecer os relacionamentos entre o grupo/pesquisador e a empresa? Pode-se marcar mais de uma opção.

1. O grupo	
2. O pesquisador	
3. As iniciativas foram compartilhadas pelo grupo e pela empresa	
4. Mecanismos institucionais da universidade/instituto de pesquisa para a transferência de tecnologia	
5. A empresa	
6. Iniciativa foi de um ex-pesquisador	
7. Estudante empregado pela empresa	
8. Uma empresa criada por membros do grupo, da universidade ou do instituto de pesquisa (<i>spin-off</i>)	
9. Outro	

7. No caso de ter sido a empresa na questão anterior, como a empresa chegou até o grupo de pesquisa/pesquisador? (pode-se marcar mais de uma opção)

1. Publicações	
2. Currículo dos pesquisadores (Lattes)	
3. Indicação de outra empresa	
4. Congressos e Seminários	
5. Patentes do grupo de pesquisa	
6. Associações de classe empresariais	
7. Funcionário da empresa	
8. Escritórios de transferência de tecnologia das universidades/ instituto de pesquisa	
9. Ex-Aluno	
10. Outro	

8. Em geral, quem financia os projetos de pesquisa em colaboração com empresas?

Instituição	Sim	% média (por favor, coloque números inteiros para facilitar)
1. Universidade ou instituto de pesquisa		
2. A empresa		
3. Instituições nacionais públicas (FINEP, CNPq, FAPs, BNDES, ect.)		
4. Agências internacionais de financiamento (BIRD, IDRC, BID, etc.)		

9. Com quantas empresas o grupo/pesquisador tem relacionamento atualmente? _____

10. As empresas com as quais seu grupo/você se relaciona podem ser diferenciadas em termos de tamanho, setor industrial e formalização das atividades de pesquisa e desenvolvimento (possuir ou não um departamento de P&D). Por favor, descreva sucintamente como, na sua avaliação, essas diferenças influem no relacionamento do seu grupo com essas empresas?

11. Há resultados advindos de pesquisas já realizadas pelo grupo/pesquisador que não foram aproveitados pelas empresas? Se sim, cite o principal.

12. Quanto tempo você dedica às seguintes funções da universidade/ instituto de pesquisa?

Funções da Universidade / Instituto de pesquisa	% do tempo dedicado (por favor, coloque números inteiros para facilitar)
1. Ensino	
2. Pesquisa	
3. Curso de extensão	
4. Interação com empresas	
5. Serviços sociais/comunitários	
6. Cargo Administrativo	

13. Onde você trabalhou antes de participar de projetos cooperativos com empresas?

Locais	Assinale todos que se aplicam
1. Na mesma universidade/ instituto de pesquisa	
2. Outra universidade/ instituto de pesquisa (público ou privado)	
3. Corporações multinacionais	
4. Grande empresa (mais de 250 empregados)	
5. Pequena e média empresa (menos de 250 empregados)	
6. Hospital	
7. Outro:	

14. Você poderia identificar as empresas com as quais o grupo/pesquisador manteve ou mantém algum tipo de relacionamento?

Empresa	Sector de Atuação	Funcionário de Contato Telefone/email

15. Em sua opinião, quais foram as inovações e/ou inventos mais importantes dos últimos anos no setor de metalurgia e materiais? Quais foram seus impactos? Saberia indicar quais os responsáveis (empresa, instituto de pesquisa, universidade ou pesquisador) por estas inovações e ou inventos?

16. Em sua opinião, quais são os principais pesquisadores da área de metalurgia e materiais no Brasil?

17. Comentários adicionais:

(use o espaço abaixo para expor suas opiniões sobre o tema, complementar raciocínios apresentados anteriormente ou fazer quaisquer outros comentários que não tenham sido contemplados nas perguntas e/ou respostas anteriores).

Caso você atue em grupos de pesquisa, favor responder as questões do Bloco III.

III – DADOS DO GRUPO DE PESQUISA

INFORMAÇÕES DO GRUPO DE PESQUISA

1. Nome do grupo: _____
2. Nome do líder do grupo: _____
3. Titulação do líder: _____
4. Email do líder do grupo: _____
5. UF do grupo: _____
6. Instituição: _____
7. Área do conhecimento do grupo de pesquisa: _____
8. Número de pesquisadores:
____ PÓS-Doutores
____ Doutores
____ Alunos de Doutorado
____ Mestres (não iniciaram o doutorado)
____ Alunos de Doutorado
____ Graduados (não iniciaram a pós-graduação)
____ Alunos de graduação
9. Ano de formação do grupo: _____
10. Número de Publicações: _____ ISI (Institute for Scientific Information)
_____ SciELO (Scientific Electronic Library Online)
11. Número de projetos financiados por instituições: _____ Nacionais _____ Internacionais
12. O grupo possui patentes: _____ Sim _____ Não
Número de pedidos de patentes: _____ Brasil _____ Exterior
Número de patentes concedidas: _____ Brasil _____ Exterior
Número de patentes licenciadas: _____ Brasil _____ Exterior
13. O grupo possui softwares: _____ Sim _____ Não
Número de softwares registrados: _____ Brasil _____ Exterior