



MILENE SIMONE TESSARIN

**COOPERAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA
BRASILEIRA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE
EMPRESAS INTERATIVAS E NÃO INTERATIVAS**

**CAMPINAS
2012**



NÚMERO: 273/2012
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MILENE SIMONE TESSARIN

**COOPERAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA: UMA
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE EMPRESAS INTERATIVAS E NÃO
INTERATIVAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNICAMP
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRA EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA,**

ORIENTADOR: PROF. DR. WILSON SUZIGAN

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA POR MILENE
SIMONE TESSARIN E ORIENTADA PELO
PROFESSOR DR. WILSON SUZIGAN.**

CAMPINAS
2012

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

T284c	<p>Tessarin, Milene Simone, 1987- Cooperação e inovação tecnológica na indústria brasileira: uma análise comparativa entre empresas interativas e não interativas / Milene Simone Tessarin. - Campinas, SP.: [s.n.], 2012.</p> <p>Orientador: Wilson Suzigan. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.</p> <p>1. Inovação. 2. Economia industrial. 3. Política industrial. I. Suzigan, Wilson, 1942- II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.</p>
-------	---

Informações para a Biblioteca Digital

Título em inglês: Cooperation and innovation in Brazilian industry: a comparative analysis between interactive and non-interactive firms.

Palavras-chaves em inglês:

Innovation

Industrial economy

Industrial policy

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

Titulação: Mestra em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora:

Wilson Suzigan (Orientador)

André Tosi Furtado

Marcelo Silva Pinho

Data da defesa: 24-08-2012

Programa de Pós-graduação em: Política Científica e Tecnológica



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

AUTORA: Milene Simone Tessarin

"Cooperação e Inovação Tecnológica na Indústria Brasileira: uma análise comparativa entre empresas interativas e não interativas"

ORIENTADOR: Prof. Dr. Wilson Suzigan

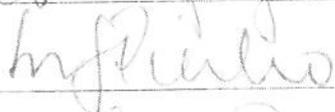
Aprovada em: 24 / 08 /2012

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Wilson Suzigan

 _____ Presidente

Prof. Dr. Marcelo Silva Pinho

 _____

Prof. Dr. André Tosi Furtado

 _____

Campinas, 24 de agosto de 2012.

AGRADECIMENTOS

Todo o esforço empreendido durante a elaboração dessa dissertação foi acompanhado de perto pelo Paulo Cesar Morceiro, meu namorado, e pelo meu orientador Wilson Suzigan. Certamente, devo muito a eles pelo apoio e compreensão das minhas dificuldades, incertezas e pelo desejo de completar este trabalho.

Foi uma grande conquista trabalhar com um professor como o Suzigan, renomado economista, admirado por muitos, que além de exercer seu papel de orientador com excelência, me mostrou como realmente se faz uma pesquisa. Reconheço que algumas vezes até me sentia acanhada em não conseguir corresponder ao seu ritmo no desenvolvimento da pesquisa! A ele só tenho que agradecer por se mostrar empenhado em me orientar e também, como não poderia deixar de ser, me desculpar se dei muito trabalho nas correções de versões finais que nunca acabavam!

Ao Paulo agradeço por me ajudar discutindo desde a estrutura do trabalho até as ideias para defender em cada capítulo. Em todos os momentos ele me deu a força e o estímulo necessários para eu escrever, até mesmo quando as ideias iam se esgotando. Seu apoio foi muito importante para eu me tornar mais crítica como economista e, de uma forma geral, tornou o desenvolvimento desse trabalho mais suave.

Minha mãe e minhas irmãs Marília, Juliana, Manoela e Bruna também acompanharam minha saga para concretizar essa dissertação, e fico muito feliz em ver como elas se orgulham em agora ter uma mestre na família! E ainda, meu pai, que mesmo não estando presente fisicamente, se mostrou junto de mim nas horas que precisava de um colo para descansar e seguir em frente, e sei que ele também está muito orgulhoso por me ver continuando os estudos e me formando mais uma vez.

Ao pessoal do mestrado, Monica, Fernanda, Silvia, Lucas, Alexis, Alexandre, Janaína, Débora e Suelene, obrigada pelas conversas, almoços no bandeirão, discussões e pela companhia durante esses anos, o que tornou muito mais agradável e, no mínimo, engraçada a vida em Campinas.

Agradeço aos professores André Furtado e Marcelo Pinho por participarem da minha banca e mostrarem um olhar crítico sobre o trabalho, o que me estimulou dar continuidade à pesquisa na forma de artigos ou até como um tema para um projeto de doutorado. Ao professor André agradeço também pela oportunidade de acompanhar meu estágio docência e me ensinar muito sobre a prática do ensino.

A todos os professores do DPCT agradeço pelas aulas e por mostrarem como alguns temas, que antes se mostravam pouco interessantes para mim, passaram a ganhar importância e minha admiração.

Agradeço as pessoas do Instituto de Geociências que nos dão apoio na vida acadêmica e que entendem que aluno sempre é perdido, e sempre vão precisar de pessoas como vocês para nos ajudar com prazos, solicitações e documentos que só sabemos da necessidade em cima da hora! Em especial, obrigada a Val, Gorete e Adriana pela ajuda!

Esses anos de mestrado vão ser lembrados sempre com muito carinho, já deixando saudades a minha vida universitária e todos que conheci na UNICAMP!

Obrigada a todos!



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIA

COOPERAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE EMPRESAS INTERATIVAS E NÃO INTERATIVAS

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Milene Simone Tessarin

O objetivo dessa dissertação é destacar o comportamento das empresas que utilizaram algum tipo de interação para concretizar inovações frente ao grupo de empresas inovadoras que não realizaram interações. Além deste, um objetivo secundário é notar como as atividades inovativas mais rotineiras (que excluem a pesquisa e desenvolvimento) influenciam o comportamento inovador das empresas, fazendo com que elas sejam consideradas empresas inovadoras sem necessariamente despendem grandes valores com atividades de pesquisa. A questão que consideramos é que a prática da pesquisa e desenvolvimento sem atividades inovativas complementares pode reduzir a abrangência e o impacto da inovação sobre a estratégia inovativa da empresa. Desta forma, pretende-se mostrar que a melhor estratégia é aliar atividades como treinamento de pessoal, aquisição de novas máquinas e equipamentos, desenvolvimento de projetos industriais, entre outras, com a pesquisa e desenvolvimento. Indo mais além, optar por realizar parcerias ou interações com outras instituições internas ou externas à cadeia produtiva, tais como fornecedores, consumidores, universidades e centros de pesquisa, é mais um fator potencializador da atividade inovativa.

A amostra analisada é composta pelo grupo de empresas inovadoras descritas na Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC 2008), elaborada pelo IBGE, na qual 38.361 empresas afirmaram ter realizado algum tipo de inovação entre os anos de 2006 e 2008.

O resultado da análise evidenciou que as empresas que realizaram inovações interagindo com outros agentes apresentam indicadores melhores que as empresas que inovaram sem interagir. Embora o conjunto formado por empresas inovadoras e interativas seja limitado em relação às empresas inovadoras sem interação, ele é composto por empresas de grande porte, que determinam a dinâmica do mercado. Esse resultado mostra que empresas interativas podem auxiliar na promoção do desenvolvimento científico e tecnológico da indústria, assim como para adensar a estrutura do sistema nacional de inovação.

Palavras chaves: Inovação; Economia Industrial; Empresas Inovadoras e Interativas.



UNIVERSITY OF CAMPINAS
INSTITUTE OF GEOSCIENCE

**COOPERATION AND INNOVATION IN BRAZILIAN INDUSTRY: A COMPARATIVE
ANALYSIS BETWEEN INTERACTIVE AND NON-INTERACTIVE FIRMS**

ABSTRACT

Master Thesis

Milene Simone Tessarin

The purpose of this dissertation is to highlight the behavior of firms that used some type of interaction to achieve innovation compared to the group of innovating firms who did not interact. A secondary goal is to point out how routine innovation activities other than research and development influence the behavior of firms towards innovation, causing them to be considered innovative without necessarily spending large amounts on research activities. The research question investigated is whether the practice of research and development without complementary innovative activities reduces the scope and the impact of innovation on the firm's innovative strategy. Thus, this dissertation intends to show that the best innovation strategy is to combine innovative activities such as training of personnel, acquisition of new machinery and equipment, development of industrial projects, among others, with research and development. Furthermore, the firm should choose to form interaction partnerships with other institutions within and outside the supply chain, such as suppliers, customers, universities and research centers, to improve its innovative performance.

The sample is composed by a group of innovative firms extracted from the innovation survey Technological Innovation Research (PINTEC 2008), prepared by the IBGE, in which 38,361 companies claimed to have done some kind of innovation between the years 2006 and 2008.

The result of the analysis showed that innovative firms that interacted with other agents have better indicators than innovative firms that did not interact. Although the group formed by innovative and interactive companies is small in relation to innovative firms that did not interact, it is composed by large firms which determine the market dynamics. This result shows that interactive firms can assist in promoting the industry's scientific and technological development as well as in reinforcing the national innovation system.

Key-words: Innovation, Industrial Economics; Innovative and Interactive Companies.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1	
TEORIAS DA INOVAÇÃO	5
1.1 Introdução	5
1.2 Conhecimento e progresso técnico	6
1.3 A natureza da tecnologia e sua influência sobre o progresso técnico	8
1.4 Modelo linear de inovação	13
1.5 Modelo interativo	17
1.6 Modelo de inovação aberta	21
1.7 A atuação da interação de universidades e empresas no processo inovativo	26
CAPÍTULO 2	
FORMAS DE INOVAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SETORES INDUSTRIAIS	33
2.1 Introdução	33
2.2 Conceitos necessários para uma classificação tecnológica	36
2.3 Fontes de inovação que extrapolam a pesquisa e desenvolvimento	40
2.4 O método da OCDE para classificação de indústrias por intensidade tecnológica	47
2.5 Inovando por outros métodos: a interação universidade-empresa	58
2.5.1 As fontes do conhecimento para inovação de empresas interativas	59
2.5.2 Como ocorrem as interações: olhando o processo mais adentro	63
2.5.3 Contribuições da pesquisa acadêmica para o desenvolvimento industrial	69
CAPÍTULO 3	
OBSERVAÇÃO EMPÍRICA DE EMPRESAS INOVADORAS COM INTERAÇÃO E INOVADORAS SEM INTERAÇÃO	75
3.1 Método	75
3.2 Estrutura industrial brasileira por grupos tecnológicos: empresas inovadoras sem interação e empresas inovadoras com interação	78
3.3 Caracterizando as empresas inovadoras	86
3.3.1 Fontes de informação para a inovação	86
3.3.2. Como as empresas inovam: atividades, tipo de inovação e amplitude da novidade	99
3.3.3. Impactos da inovação	115
3.3.4. Parceiros utilizados por empresas interativas	119
CONCLUSÃO	125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Empresas que mais investem em P&D do mundo (2009)	42
Tabela 2.2: Maiores empresas inovadoras do mundo (2009)	43
Tabela 2.3: Classificação setorial por intensidade tecnológica da OCDE	49
Tabela 2.4: Gastos em P&D na indústria de transformação para os 12 países da classificação da OCDE em 1999 (em PPP US\$ milhões a preços correntes)*	54
Tabela 3.1: Distribuição da amostra de empresas por participação no total da indústria de transformação e no faturamento em R\$ milhões (2006 - 2008)	81
Tabela 3.2: Faturamento médio das empresas da amostra, em R\$ milhões (2008).....	81
Tabela 3.3: Fontes de informação de alta e média relevância para a inovação de empresas interativas, em % (2008).....	91
Tabela 3.4: Fontes de informação de alta e média relevância para a inovação de empresas não interativas, em % (2008).....	92
Tabela 3.5: Localização das fontes de informação para inovação de empresas interativas, em % (2008)	93
Tabela 3.6: Localização das fontes de informação para inovação de empresas não interativas, em % (2008)	94
Tabela 3.7: Atividades inovativas realizadas por empresas interativas, em % de empresas e R\$ milhões (2008).....	101
Tabela 3.8: Atividades inovativas realizadas por empresas não interativas, em % de empresas e R\$ milhões (2008)	102
Tabela 3.9: Tipo de inovação e grau de novidade para as empresas interativas, em % (2006 a 2008).....	111
Tabela 3.10: Tipo de inovação e grau de novidade para as empresas não interativas, em % (2006 a 2008).....	111
Tabela 3.11: Impacto das inovações de alta e média relevância introduzidas no mercado por empresas interativas, em % (2006-2008)	116
Tabela 3.12: Impacto das inovações de alta e média relevância introduzidas no mercado por empresas sem interação, em % (2006-2008).....	117
Tabela 3.13: Parceiros utilizados com alta e média relevância na relação de cooperação por empresas inovadoras, em % (2008).....	121

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Fontes de financiamento da P&D nos países membros da OCDE (2008 ou ano mais recente).....	53
Gráfico 2.2: Relação entre dispêndios em P&D e valor da produção nos EUA (2007).....	55
Gráfico 2.3: Fontes de informação para a inovação (em número de empresas).....	61
Gráfico 2.4: Segmentos tecnológicos que realizam interações com universidades e institutos de pesquisa	64
Gráfico 2.5: O papel da universidade na atividade inovativa de empresas interativas.....	66
Gráfico 2.6: O papel dos institutos de pesquisa na atividade inovativa das empresas	68
Gráfico 2.7: Origem da iniciativa da interação.....	70
Gráfico 2.8: Razões para a interação e origem da iniciativa	72
Gráfico 3.1: Distribuição de empresas não inovadoras, inovadoras sem interação e inovadoras com interação na indústria de transformação brasileira (2006 - 2008)	79
Gráfico 3.2: Quantidade e faturamento de empresas inovadoras e não inovadoras por intensidade tecnológica (2008).....	83
Gráfico 3.3: Quantidade e faturamento de empresas interativas e não interativas por intensidade tecnológica (2008)	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Fluxos de informação no modelo de inovação fechada	23
Figura 1.2: A informação no paradigma de inovação aberta.....	23

INTRODUÇÃO

A preocupação com as particularidades de algumas empresas e com sua atuação em meio a tantas outras no mercado instiga muitos autores. A abordagem neo-schumpeteriana se volta para o potencial que a inovação tem para definir as empresas que se posicionam melhor no ambiente competitivo. Será com esse enfoque sobre a inovação que abordaremos os temas tratados neste trabalho. Entende-se que a empresa inovadora consegue auferir ganhos de produtividade mais efetivos, posiciona-se entre as melhores de seu ramo de atuação, tem maior capacidade de atender uma exigência do mercado, dentre diversas outras funções que a coloca numa posição muito mais favorável em relação às empresas que não inovam.

Pensando nisso, preocupamos-nos com o comportamento de empresas inovadoras que utilizam relações de cooperação com outros agentes para concretizar sua inovação. Essa é uma vertente da economia que vem sendo discutida na teoria evolucionária da economia sob o mote de Sistemas Nacionais de Inovação, que defende que agentes da esfera produtiva, científica e governamental interagem no sentido de promover inovações e desenvolver o país em bases mais sólidas, já que haverá um mesmo compasso entre as instituições participantes.

O que encontramos através da observação dos dados acerca da estrutura industrial brasileira é que, conforme previsto pela teoria, as empresas inovadoras possuem distinções mais favoráveis em vista às empresas que não inovam. Não apenas as inovadoras, mas especialmente as empresas que inovam e apresentam relações de cooperação possuem estratégias mais ativas no conjunto de empresas inovadoras. Já as empresas que inovam sem interagir (ou isoladas) possuem um perfil mais passivo.

A metodologia utilizada se amparou no trabalho intitulado Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE – sobre empresas brasileiras inovadoras. Para esta dissertação utilizou-se a edição mais recente da PINTEC, que se refere ao período de 2006 a 2008. Essa pesquisa engloba questões sobre o comportamento inovador das empresas brasileiras tanto industriais como de serviços, entretanto, como o enfoque da dissertação recai sobre a indústria de transformação nos limitaremos a analisar os dados desse grupo de empresas.

Para obter a amostra de empresas que inovaram utilizando relação de cooperação com outras instituições durante o período de 2006 a 2008 foi necessário solicitar ao IBGE uma

tabulação especial da PINTEC desse período. Há uma questão específica da PINTEC em que as empresas devem responder se houve relação de cooperação com outras instituições no decorrer do período considerado. Portanto, solicitou-se a separação das respostas da PINTEC em dois grupos de empresas: as “inovadoras e interativas” e as “empresas inovadoras sem interação”. A partir dessa tabulação especial as respostas das empresas foram organizadas por intensidade tecnológica dos setores industriais de acordo com a metodologia proposta pela OCDE. Esta metodologia leva em consideração os dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para classificar os setores mais inovadores, contudo, consideramos que existem outras atividades que as empresas podem lançar mão para alcançar o objetivo da inovação. Essas outras atividades são consideradas informais, e incluem tarefas rotineiras e relativamente mais simples, mas que auxiliam em grande medida a expandir o potencial inovativo das empresas. Sabendo unir a capacidade de gerar P&D formal com as atividades inovativas rotineiras, é possível expandir a abrangência da inovação e tornar seus resultados mais efetivos, ampliando os benefícios para a empresa que a realizou.

Assim, a estrutura da base de dados em que se amparam os resultados desta dissertação foi elaborada no sentido de comparar o perfil das “empresas inovadoras e interativas” com as “inovadoras não interativas”.

Para dar sustentação aos argumentos da dissertação, o Capítulo 1 descreve os modelos de inovação mais conhecidos na literatura da economia da inovação. No início do Capítulo 1 procuramos mostrar como o conhecimento se tornou um ativo fundamental para atividade das empresas, ocupando uma posição igualmente importante ao lado dos demais ativos da empresa. As revisões da literatura sobre inovação se localizam na sequência e abrangem o “modelo linear de inovação”, o “modelo interativo”, e o “modelo da inovação aberta”, cada qual em uma seção. Finalizando o Capítulo 1, como o objeto de análise são empresas inovadoras e interativas, organizou-se uma seção específica sobre como a interação de empresas com universidades e institutos de pesquisa pode interferir no potencial inovativo das empresas.

O Capítulo 2 centra-se na discussão sobre as diferentes formas de inovar e no modo com que as classificações de indústrias por intensidade tecnológica são estruturadas. Inicialmente foram apontados alguns conceitos que devem ser levados em consideração pelos autores de tipologias tecnológicas. Na sequência defendeu-se a ideia de que atividades inovativas não se esgotam na P&D, ao contrário do que é visto em muitos debates sobre o assunto, que criticam o

baixo investimento em P&D, mas esquecem de analisar as outras formas com que a inovação pode ser concretizada. Nesta etapa nos preocupamos em esclarecer as demais atividades consideradas inovativas que extrapolam a pesquisa e desenvolvimento, uma vez que já existe uma vasta literatura acerca da P&D como determinante para a inovação. Concordamos que esta variável é decisiva para apontar os setores industriais mais inovadores, porém também defendemos que outras formas de inovar podem ser tão relevantes quanto a própria P&D. Como ainda não é unânime o papel dessas outras atividades inovativas no potencial inovativo das empresas, serão apresentados argumentos visando destacar que a inovação não se restringe a uma atividade apenas.

A terceira seção teve como ponto central o método como a classificação da OCDE por intensidade tecnológica das indústrias foi realizada, uma vez que iremos discutir os resultados agregando as empresas por essa tipologia. Também apontamos algumas falhas, inconsistências ou insuficiências que podem existir em qualquer modelo de classificação, em especial no utilizado neste trabalho, por ser uma classificação feita para um grupo restrito de países desenvolvidos que está sendo aplicada para países em desenvolvimento. Ao utilizar a classificação da OCDE como base para a análise dos resultados da dissertação, poderemos notar se as atividades inovativas rotineiras podem alterar o perfil dos setores industriais, conferindo destaque a alguns setores que investem menos em P&D devido à sua dinâmica tecnológica exigir menos, mas que destinam recursos para outras atividades a fim de complementar ou potencializar sua inovação.

A última seção do Capítulo 2 apresenta um estudo de caso sobre empresas que interagem com universidades e institutos de pesquisa. Nossa intenção foi deixar claro como outras formas de inovação podem ocorrer que não seja apenas através da P&D. Para tanto há uma análise detalhada de uma amostra de empresas obtida a partir do projeto “Interação de Universidades e Empresas no Brasil” desenvolvido com apoio da FAPESP e CNPq em âmbito nacional sobre o perfil da interação com universidades e institutos de pesquisa com empresas no Brasil. Destacam-se pontos como as fontes de informação utilizadas para inovar, de quem partiu a iniciativa de cooperar, quais os objetivos almejados pelas empresas ao realizar a cooperação, entre vários outros.

No Capítulo 3 apresentamos os principais resultados alcançados nesta dissertação, assim como a metodologia necessária para montar a base de dados. A primeira seção trata do método

utilizado para levantar as informações necessárias para obter a amostra de empresas inovadoras e interativas e a outra face, das inovadoras sem interação. As seções seguintes abarcam pontos que vão dando forma às empresas interativas (sempre em comparação com as empresas não interativas). Assim, na segunda seção destacou-se como se configurou a distribuição da amostra de empresas analisadas – entre “não inovadoras”, e principalmente, “inovadoras interativas” e “inovadoras não interativas”, sendo que cada uma dessas duas últimas também foi agregada por intensidade tecnológica. Na terceira seção elaborou-se a caracterização de tais empresas (esquematisando o objetivo desta dissertação) e outras subseções foram organizadas com esse fim. Essas subseções tratam das fontes de informação utilizadas por empresas para inovar, apontando também a origem ou localização de cada fonte, quais atividades inovativas foram consideradas como mais relevantes, o tipo de inovação e o grau de alcance da novidade, e os impactos gerados pela introdução das inovações no mercado. Na última subseção, sintetizamos ilustrando quem são os principais atores que as empresas utilizam para interagir e inovar.

Finalizando a dissertação apresentamos as principais conclusões, destacando os principais resultados para o grupo de empresas inovadoras e interativas.

CAPÍTULO 1

TEORIAS DA INOVAÇÃO

1.1 Introdução

Em meados do século XX, a inovação ganha espaço na literatura econômica, pois passa a ser vista como um fator endógeno ao desenvolvimento capitalista. Este pensamento se impõe em meio a teoria vigente, caracterizada basicamente pela competição via preços e pela visão estática dos fenômenos econômicos. Desta forma, a teoria da inovação passa a ser analisada sob duas correntes bem delimitadas: por um lado, os autores de cunho mais clássico que defendem o “modelo linear” e, por outro, o grupo de autores evolucionistas que utiliza o “modelo interativo”, constituído sobre críticas referentes a não abrangência de tópicos importantes do modelo anterior.

Essas teorias da inovação nortearão a base teórica dessa dissertação e nos ajudarão a ilustrar o comportamento de empresas inovadoras, especialmente àquelas que inovam utilizando relações de cooperação com outras instituições. Para tanto é preciso também entender como o conhecimento ganhou espaço na teoria da firma e passou a ser considerado um ativo estratégico das empresas, tão ou mais importante quanto os ativos tangíveis. Como o objeto dessa dissertação será um grupo de empresas com qualidades especiais – que inovam com interação –, mostrou-se necessário apontar uma caracterização de empresas que já são conhecidamente interativas.

Desta forma, este primeiro capítulo foi estruturado em vista de elucidar pontos teóricos e alguns analíticos para amparar o desenvolvimento das demais etapas da dissertação.

1.2 Conhecimento e progresso técnico

Avanços em diversas áreas do conhecimento concomitantemente ao lançamento de produtos inovadores numa velocidade cada vez maior comprovam que a ciência não está isolada do processo inovativo ou é um simples apêndice (ROSENBERG, 2006), pelo contrário, ela é desenvolvida lado a lado, e fornece as bases para seu crescimento permitindo com que o progresso técnico avance de forma mais sólida e efetiva (KLINE e ROSENBERG, 1976). Mas para que as empresas consigam fazer uso de qualquer tipo de conhecimento é preciso que elas tenham competências ou recursos internos acumulados.

Para Malerba e Orsenigo (1993) a tecnologia se molda de acordo com as propriedades da base de conhecimento da firma. Se essa base for constituída por conhecimento tácito, ela é restrita à firma. Por outro lado, se for formada por conhecimentos codificados e tácitos, pode unir diversas áreas da ciência e tecnologia, assim como pode ser formada por uma soma de competências internas – como as obtidas em processos produtivos, das características ou exigências da demanda – e externas – como as proporcionadas por fornecedores de máquinas e equipamento, de materiais, usuários, universidades e institutos públicos.

Teece (2010) considera que ainda há muita confusão acerca do significado destes termos, e por isso elabora uma definição. Segundo ele, recursos ou competências são qualidades específicas da firma muito difíceis de serem imitadas, na grande maioria das vezes são intangíveis e são resultados de atividades desenvolvidas repetidamente, portanto, cumulativas. Essas características dificultam sua comercialização ou imitação por outras empresas, além dos direitos de propriedade também estarem protegendo-as. Como exemplos de competências podemos citar o processo de *know-how*, o relacionamento com clientes e o conhecimento de empregados treinados e capacitados.

Dentre a gama de recursos intangíveis das empresas temos o conhecimento, que ainda pode ter vários tipos ou classificações. Teece (1998) aponta quatro tipos que descrevem a natureza do conhecimento: i) tácito ou codificado; e lembrando o que já foi dito, o primeiro é mais difícil de ser repassado porque não é simples explicar como utilizá-lo, exige contato pessoal – e por isso acaba sendo mais custosa e demorada sua transferência, quando isso é possível. Já o codificado é simples de ser descrito e alguém com entendimento técnico consegue utilizá-lo, por

exemplo, a partir de um manual. ii) visível ou incorporado; sendo visíveis os que podem ser obtidos através da imitação ou engenharia reversa (normalmente são produtos acabados) e os incorporados aqueles ligados à tecnologia de processo, que podem ser assegurados através de segredos industriais. iii) negativo ou positivo; no sentido da incerteza que cerca o processo inovativo. No caso de uma pesquisa culminar numa descoberta, esse conhecimento utilizado é positivo, já no caso dele resultar num beco sem saída, ele é negativo, mas mesmo assim ele é mantido no portfólio da empresa, pois é um indicativo de que pesquisas nesse sentido não darão resultados. iv) autônomo ou sistemático; o último indica que é preciso grandes modificações para colocá-lo em prática, ou seja, ele sozinho não resulta em melhorias, já o conhecimento autônomo por si só pode produzir grandes mudanças em um produto (como exemplo de autônomo temos a injeção eletrônica que melhorou a eficiência dos carros e, como sistêmico, a descoberta de um novo elemento químico sem aplicação desvendada).

Considerando toda a incerteza que ronda a economia como um todo, Nonaka (1991, p. 96) diz que “*the one sure source of lasting competitive advantage is knowledge*”, por isso é preciso dar uma atenção especial a este fator. Para o autor, o conhecimento sempre parte de um indivíduo (um administrador, um operário, um pesquisador, entre outros), o qual tem uma ideia boa que é transformada dentro da empresa em um recurso valioso. Nesse sentido, o conhecimento tácito se torna tão ou mais relevante que o codificado, uma vez que ele está imerso em um grupo específico (não pode ser tomado por outros concorrentes), constituindo uma grande vantagem para seu detentor.

Esses dois tipos de conhecimento tácito e codificado formam uma espiral descrita por Nonaka (1991) com quatro sentidos. O primeiro deles é do tácito para o tácito, quando um indivíduo compartilha seu conhecimento tácito com outro. O segundo é do explícito para o explícito, quando se combina uma pequena parte de novo conhecimento dentro de outro maior já existente. Em terceiro lugar está a mudança de conhecimento tácito para explícito¹, quando um indivíduo se dispõe a divulgar e repassar seu conhecimento para outras pessoas que, em geral, fazem parte do seu grupo de trabalho (esta forma tem um grande potencial de gerar novos conhecimentos). Por fim, o quarto sentido é do explícito para o tácito, ocorre a partir de atividades executadas rotineiramente, que em algum momento sofre uma alteração feita por seu

¹ De acordo com Nonaka (1991), durante o crescimento e capacitação das empresas japonesas (como a Honda, Canon, Sharp e outras) esta foi a forma de transformação de conhecimento mais bem utilizadas por elas para se estabelecerem como líderes mundiais em seus respectivos ramos de atuação.

executor e acaba sendo internalizada ao processo. Conforme estas quatro formas se concretizam, forma-se a “espiral do conhecimento”, com início no aprendizado de um conhecimento tácito, sua transcrição para torná-lo codificado, a padronização para que outros entendam e a aquisição de experiência com a sua implementação. Logo, essa espiral facilita a criação de novos produtos e amplia a base de conhecimento de seu detentor.

Segundo Klevorick et al (1995), a natureza da tecnologia determina se ela facilitará o seu desenvolvimento tecnológico. Se o conhecimento é construído em blocos fechados, o inovador obtém maior proteção da inovação resultante, mas por outro lado, o avanço tecnológico será mais lento, uma vez que a concorrência será menor.

Em resumo, os padrões específicos do conhecimento aproveitado durante a atividade inovativa (os que constituem os regimes tecnológicos) são moldados de acordo o tipo de conhecimento utilizado pelas empresas, e justamente por isso são grandes as diferenças encontradas ao nível intersetorial.

1.3 A natureza da tecnologia e sua influência sobre o progresso técnico

Há um consenso de que para que ocorram avanços científicos e tecnológicos na economia como um todo, é preciso que o estoque do recurso conhecimento seja ampliado. Porém, são raros os estudos que buscam entender quais as formas de fazer este estoque crescer (NELSON, 2006), talvez por ser uma tarefa difícil defini-lo e caracterizá-lo, já que assume diferentes aspectos, conforme afirmou Rosenberg (2006). Para este trabalho partiremos do conceito de que as oportunidades tecnológicas são determinantes fundamentais para o progresso técnico. Desta forma, utilizaremos como padrão as formas de oportunidades tecnológicas para entender como elas favorecem o progresso científico e tecnológico na indústria, a partir dos segmentos de intensidade tecnológica proposto pela OCDE.

O conceito de oportunidades tecnológicas foi descrito por Klevorick et al (1995, p.188) como sendo “*the set of possibilities for technological advance, [...] given demand conditions, the current level of technology, and the appropriability regime*”. Assim, os setores industriais com maiores taxas de avanço tecnológico são aqueles que fazem pesquisas constantemente e,

portanto, encontram maiores oportunidades para se renovarem (e o contrário acontece com os setores com menor taxa de avanço).

Uma visão de teor mais clássico sobre os fatores determinantes do progresso técnico é a da indução pela demanda (ou *demand pull*), isso porque ela se ampara nas forças de mercado para dizer que o avanço tecnológico só ocorre quando há uma preexistente demanda por um novo produto ou processo. Nesse sentido a sociedade é quem dita a taxa do progresso técnico à medida que necessita novos bens, ditando assim a alocação de recursos tanto econômicos como inventivos (SCHMOOKLER, 1962). Mowery e Rosenberg (1979) fizeram uma análise crítica deste ponto de vista e concluíram que a demanda do mercado não é o único determinante para localizar as oportunidades tecnológicas, uma vez que o potencial humano de descrever suas necessidades é limitado. Além disso, outra forte crítica ao modelo de indução pela demanda é que ele não consegue explicar inovações disruptivas, ou então a interação entre o progresso científico e o tecnológico.

Temos também a versão do impulso pela tecnologia (ou *technology push*), que apresenta um ponto de vista contrário ao da indução pela demanda, pois neste caso o progresso tecnológico origina-se da própria tecnologia, a qual estimula inovações para complementá-la (solucionando problemas, ampliando sua utilização, promovendo a difusão, etc) (GODIN, 2006). Dosi (2006) analisa a versão da indução pela demanda e do impulso pela tecnologia e nota que nenhuma versão é completa. Na verdade cada qual pode explicar uma parte da origem do progresso tecnológico, a primeira no sentido mais reativo – dependente da necessidade dos compradores – e a segunda mais independente, que se apoia na base científica e tecnológica existente para produzir inovações, que podem ser tanto de processos melhorados como de produtos totalmente novos.

Inquieto com os pressupostos da teoria clássica sobre as fontes do progresso técnico, Schumpeter (1912; 1942) iniciou o debate sobre a dinâmica da inovação sob outro olhar. Para ele, o progresso técnico resultante das inovações é um elemento endógeno ao sistema, e ele depende não só da estrutura dos mercados como também da dinâmica industrial. Assim, estes dois fatores – estrutura e dinâmica industrial – que definem o potencial inovador das empresas, aquele que permite gerar oportunidades tecnológicas. Tais oportunidades de inovação emergem de um ambiente em que os agentes possuem comportamentos diversos e que a dinâmica tecnológica está

em contínua mudança em decorrência da competição entre as empresas por inovações que superem as já existentes, através da “destruição criativa”² (SCHUMPETER, 1942).

Há diversos caminhos por onde as empresas podem seguir para obter uma inovação, mas uma característica intrínseca a todos eles e frisada por Schumpeter (1912; 1942) é a incerteza. O caminho mais viável é encontrado durante a competição travada entre empresas que possuem idéias diferentes, vencendo aquela que conseguir captar as possibilidades existentes aliadas aos sinais do mercado (NELSON, 1990).

Neste sentido, a mudança tecnológica é crucial para a sobrevivência da empresa, a estratégia e a tecnologia escolhidas por ela determinarão seu futuro no longo prazo e, portanto, determinarão quais as novas oportunidades que a empresa poderá seguir ou encontrar em sua trajetória.

Apoiando-se nos princípios teóricos apresentados por Schumpeter, autores como Nelson (1990), Dosi (2006) e Teece (1998; 1986) também buscam estabelecer visões de como as oportunidades tecnológicas são geradas e o que as influenciam. Esses autores argumentam que o regime tecnológico das empresas depende de sua trajetória passada. Isso significa que o desenvolvimento de competências pela empresa ao longo de sua existência interfere na sua capacidade de inovar e de saber aproveitar as oportunidades tecnológicas que surgem. Por isso o avanço técnico é considerado um processo evolucionário (NELSON, 1994), no qual as alternativas tecnológicas devem superar as já existentes e outras que emergem concomitantemente.

Nelson (2006) é bem abrangente em sua visão, acredita que “todas as formas de conhecimentos são importantes para orientar o avanço de quase todas as tecnologias” (p. 249), entretanto a seleção não é aleatória, há um considerável conjunto de conhecimentos tecnológicos que guiam os tipos de projeto que terão sucesso (NELSON, 1994). Além disso, esses conhecimentos acumulados permitem com que se familiarizem com as necessidades dos usuários e assim, ampliem as chances de optar pelo caminho que resulte em sucesso.

É claro também que cada tipo de conhecimento pode ter um potencial maior de alavancagem de uma tecnologia de acordo com o setor em questão. Para Nelson (2006), existe

² O termo “destruição criativa” foi cunhado por Schumpeter (1942) para designar o processo que substitui o velho pelo novo através da eliminação de agentes ou bens defasados em relação a outros mais eficientes e modernos. Para tanto, há um processo de seleção via concorrência de empresários inovadores, onde apenas os mais bem preparados sobrevivem e ocupam o espaço delimitado anteriormente por outro inovador, excluindo este do mercado.

um processo de busca que utiliza conhecimentos sequenciais para direcionar o caminho a ser seguido. Neste sentido as pesquisas universitárias possuem um papel de destaque, uma vez que através dela é possível fazer uma pré-focalização do que se procura e onde se pode chegar. Além disso, nos casos de pesquisas mais fronteiriças, os conhecimentos oriundos das universidades podem ser a fonte mais valiosa e segura dessa nova e pouco conhecida área a ser estudada. O método de busca auxilia, por exemplo, uma empresa na sua tomada de decisão a partir de descobertas científicas já feitas, sobre qual tecnologia adotar para solucionar um problema ou incrementar a produtividade.

Malerba e Orsenigo (1993), lembrando os termos cunhados por Schumpeter (1942), citam como fatores determinantes para a capacitação das empresas o grau de cumulatividade, apropriabilidade, de oportunidade e complexidade do conhecimento básico utilizado por elas. Para os autores, as oportunidades são verificadas em duas dimensões: pelo nível e penetração (ou *pervasiveness*). O nível indica quanto a atividade inovativa tem chances de ter sucesso, sem sofrer restrições pelo ambiente econômico em que se encontra; já o nível de pervasividade indica quanto o novo conhecimento pode ser aplicado em diferentes indústrias, ou seja, se ele é específico ou genérico. A cumulatividade, considerada como uma construção em blocos que somam as atividades inovativas e o conhecimento de hoje como os pilares para a inovação do futuro, também pode ser identificada em três níveis: i) tecnológico e individual, que pondera as características específicas da tecnologia e do processo de aprendizado; ii) organizacional, relacionada à organização das várias atividades que produzem aprendizado; e iii) empresarial, relativo aos dispêndios necessários ou vinculados à inovação.

Por esses motivos, a velocidade do progresso técnico, assim como as suas fontes de origem são diferentes e, portanto, as oportunidades tecnológicas variam muito entre os diversos setores industriais (COHEN et al, 1995; KLEVORICK et al, 1995). Dosi (2006) concorda que o progresso técnico assume diferentes características entre as indústrias. Para ele, as oportunidades tecnológicas são determinadas pela apropriabilidade privada da inovação e suas externalidades, ou seja, o grau em que as empresas podem se apropriar dos benefícios oriundos do produto inovativo (como aprendizado e recursos financeiros). Isto também está influenciado pela capacidade de cumulatividade da empresa, que pode ser ampliada com o aprendizado obtido em diversas atividades.

Para Klevorick et al (1995), o grau de apropriabilidade de uma tecnologia auxilia a delimitar onde o desenvolvimento tecnológico será maior. Quando a tecnologia avança a passos discretos, o inovador tem a chance de se apropriar dos benefícios da inovação por mais tempo, o que pode acomodá-lo a produzir melhoramentos cumulativos de forma muito vagarosa. Já quando apropriabilidade é baixa, ou seja, o inovador não consegue manter os concorrentes distantes de seu produto inovador por muito tempo, ele precisa constantemente avançar seu nível tecnológico para se diferenciar.

Procurando entender como o progresso técnico ocorre, Dosi (2006) utiliza dois termos que entrelaçam ciência e tecnologia. O primeiro deles é o paradigma tecnológico, definido como “um ‘modelo’ e um ‘padrão’ de solução de problemas tecnológicos *seleccionados*, baseados em princípios *seleccionados*, derivados das ciências naturais, e em tecnologias materiais *seleccionadas*” (p. 41). Há aqui uma analogia com os paradigmas científicos de Thomas Kuhn, que se apoia na ciência para elaborar um modelo com mecanismos e procedimentos que pode vir a ser um grande sucesso (para tanto precisa estabelecer tarefas, indagações, perspectivas, etc). O outro termo muito utilizado por Dosi (2006) é o de trajetória tecnológica, que foi cunhado por Nelson e Winter (1977) e significa uma forma ou caminho pelo qual se resolvem questões utilizando variáveis tecnológicas relevantes dentro do paradigma que se segue. Em outras palavras, ela é formada por um conjunto de conhecimentos científicos, experiências práticas, habilidades tácitas e depende do nível de desenvolvimento da tecnologia para ser escolhida em relação a outra trajetória (a escolha é feita pelo método da tentativa e erro).

Esses dois termos são importantes para Dosi (2006), pois permitem focalizar onde são geradas as oportunidades tecnológicas de uma indústria. Teece (1986) explica que quando uma tecnologia passa a ser dominante, ou o paradigma tecnológico é definido, a concorrência passa a focar nas economias de escala e de aprendizado, e não mais em qual é o melhor método. Além disso, como a incerteza diminuiu, é possível fazer investimentos em novos processos, os quais irão determinar a trajetória tecnológica.

Encontramos na teoria vários trabalhos que relatam a importância das condições de apropriabilidade de uma inovação para o avanço da tecnologia, porém, como dito anteriormente, ainda são escassos os estudos que mostram o papel das oportunidades tecnológicas para determinar a natureza da tecnologia e as diferenças intersetoriais da indústria. Com o intuito de contribuir para esse tema, este trabalho se propõe a analisar como o progresso tecnológico ocorre

na indústria de transformação brasileira, a partir das fontes de oportunidades tecnológicas descritas por Klevorick et al (1995), que são avanços: no conhecimento científico, novas trajetórias tecnológicas e avanços de origem externa à indústria,.

O trabalho de Klevorick et al (1995) apresenta os resultados de uma pesquisa realizada nos EUA sobre interação universidade empresa que foi desenvolvida por diversos pesquisadores de várias universidades, conhecido como *Yale Survey*. Ele também teve o objetivo de elucidar as fontes e a significância das oportunidades tecnológicas, já que não se sabe muito sobre este assunto. Por este motivo, nos amparamos neste trabalho para selecionar as formas de oportunidades tecnológicas estudadas.

1.4 Modelo linear de inovação

A tradição clássica (ou neo-clássica) acerca do entendimento da inovação permaneceu hegemônica durante um longo período, focando as análises sob o ponto de vista do modelo linear de inovação. Segundo Balconi et al (2010), a origem do modelo linear está em meados da década de 1920 com Maurice Holland (na época, diretor de um departamento do *U.S. National Research Council*) escrevendo sobre a contribuição da pesquisa básica para o desenvolvimento de tecnologias e das ciências aplicadas. Porém, somente em 1945 ela foi formalmente elaborada por Vannevar Bush, em seu texto *Science: The Endless Frontier*³, em que a inovação foi descrita como um processo de fluxo contínuo e unidirecional (KLINE e ROSENBERG, 1976). Após a divulgação deste trabalho, a ciência básica passou a ser considerada a fonte de progresso não só para a pesquisa aplicada como também para o desenvolvimento das novas tecnologias. Em uma terceira fase, em meados dos anos 1950, atividades não relacionadas diretamente à pesquisa e desenvolvimento foram inseridas no modelo por estudiosos do tema. Assim formou-se o

³O texto *Science: The Endless Frontier* é um relatório encomendado pelo Governo americano ao então diretor do *Office of Scientific Research and Development* – Vannevar Bush – com o interesse de revelar a importância da pesquisa básica para o desenvolvimento do país em tempos de paz. Isto porque ele foi solicitado num período em que os gastos bélicos eram altos em decorrência da II Guerra Mundial e havia intenção de estenderem os dispêndios com pesquisa científica mesmo após o fim da guerra (STOKES, 1997).

consenso das etapas consideradas até hoje como constituintes do modelo linear, que são, nesta ordem: pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção e difusão (GODIN, 2006).

A ideia básica é que o processo inovativo segue uma sequência de passos de certa forma articulados que levam à introdução da inovação para o mercado consumidor. Portanto, o ponto de partida é a pesquisa básica, que é uma tarefa a ser executada pelas universidades, já as etapas seguintes são de responsabilidade das empresas, que devem realizar o desenvolvimento do produto ou processo e também a etapa de produção (COHEN et al, 2002).

Os defensores do modelo linear acreditam que

a ciência é feita por cientistas nas universidades e resulta em conhecimentos públicos, as invenções são produtos de inventores trabalhando em empresas mercantis e resultam numa apropriação da tecnologia subjacente através de patentes. (NELSON, 2006, p. 254).

Balconi et al (2010) relembram cinco principais argumentos descritos por Vannevar Bush para defender o modelo linear – que para eles é muito criticado mas pouco entendido realmente –, os quais têm por objetivo validar o modelo através da sua reconstrução e rebater as críticas mais comuns. O primeiro ponto lembra que o progresso científico é crucial para o desenvolvimento tecnológico e econômico, e que os novos conhecimentos que sustentam o progresso científico só podem ser originados na pesquisa básica.

Em segundo lugar, a pesquisa básica é distinta da aplicada, pois a primeira não possui uma finalidade específica – ao contrário, seu objetivo é promover conhecimentos genéricos –, em geral os cientistas estão interessados em novas descobertas e no avanço do conhecimento. Já a pesquisa aplicada busca a resposta para uma questão específica, com aplicações diretas que podem ser utilizadas no desenvolvimento industrial.

A terceira observação diz que para se sustentar a pesquisa básica é preciso treinar um grande número de cientistas e assim, fortalecer os centros de pesquisa, pois nestes locais há liberdade para desenvolver qualquer tipo de pesquisa sem a pressão do mercado ou de respostas imediatas (como existe nas empresas). Nas universidades os pesquisadores podem desenvolver suas pesquisas a partir de sua própria curiosidade de explorar novos campos do conhecimento.

O quarto ponto faz referência à ciência, que deve ser propriedade do Governo, pois gera avanços de interesse vital para o bem-estar da população. O desenvolvimento de questões

relativas à saúde, geração de empregos, melhoria da qualidade de vida, segurança, etc, são preocupações que o Governo deve ter como primordiais.

Por fim, em quinto lugar mostra que a maneira que o Governo tem de gerar tanto a pesquisa industrial quanto novas descobertas científicas é através do apoio à pesquisa básica, um pré-requisito comum a ambos, pois com incentivos adequados é possível promover e disseminar os benefícios oriundos da pesquisa básica para os demais campos.

Todos esses pontos buscam reforçar a idéia de que a inovação necessita do conhecimento científico para existir e que esforços especiais devem assegurar a produção desse conhecimento genérico, que uma vez desenvolvido, será absorvido por empresas para aplicações práticas. Isso ocorre porque o interesse em inovar e se destacar em relação aos concorrentes (ou até mesmo eliminá-los) é intrínseco ao universo capitalista. Portanto, a preocupação do Governo deve se manter na fase inicial desse processo, fornecendo a base de sustentação, e sua continuação ocorrerá de forma natural (BALCONI et al, 2010; GODIN, 2006; 2011). Além disso, num primeiro momento, alguns tipos de pesquisas básicas podem não ser economicamente interessantes para as empresas. Por isso, embora algumas atividades sejam abandonadas, se tivessem continuidade talvez pudessem resultar em grandes descobertas ou avanços para o bem-estar da sociedade. Por este motivo, cabe ao Governo apoiar todos os tipos de pesquisa básica, sem distinção prévia de retorno econômico, sem a pressão por uma aplicação prática e sem necessidade de rendimento a curto prazo.

As universidades foram escolhidas para ser o lócus da pesquisa básica porque, como dito acima, a ciência gera benefícios socioeconômicos que devem ser absorvidos pelo Governo. Segundo Carty (1916) os cientistas ocupados com a ciência básica devem receber todo o apoio possível (financeiro, estrutura física de laboratórios, equipamentos, assistentes, etc) para que desenvolvam de forma livre e sem restrições suas pesquisas e, assim, promovam o avanço científico. Os recursos necessários para esse financiamento devem partir de fontes públicas ou mesmo de benfeitores e filantropos – o que é comum nos EUA, onde pessoas destinam o valor de seu imposto de renda para diversas instituições, entre elas, as universidades.

Por outro lado, as empresas industriais se viram estimuladas a acompanhar a ciência, mas de sua própria maneira, através dos departamentos internos de pesquisa e desenvolvimento. Entretanto, na maioria dos casos o desenvolvimento era a atividade realmente desenvolvida. Já nos anos 1930, muitas empresas passaram a reconhecer o desenvolvimento de produtos e

processos como a atividade mais importante para o laboratório da empresa. Contudo, nesses laboratórios as funções de pesquisa e desenvolvimento não são totalmente distintas, a linha que as divide é tênue e se confunde durante a execução do trabalho (GODIN, 2006).

A especificidade relatada neste modelo é que a ciência é o ponto central da inovação, assim a criação e descoberta de inovações está intimamente ligada ao avanço no conhecimento. Isto se deve à ideologia de que a ciência pura é a origem da ciência aplicada, já o contrário seria impossível de existir (GODIN, 2006). Portanto, a tecnologia é considerada uma mera aplicação da ciência (ROSENBERG, 2006), sem que a ciência possa fazer parte ou auxiliar o progresso tecnológico de forma ativa e direta. Segundo Godin (2011), a ciência básica é a semente para que a ciência aplicada cresça e floresça, rendendo frutos no futuro.

Em geral, alguns autores como Nelson (2006), Rosenberg (1976), entre outros, reconhecem que este modelo pode ser notado nos casos de inovações radicais, em que um produto totalmente novo é lançado a partir de uma base de conhecimentos que evoluiu em comparação com a anterior. No caso de inovações incrementais – que representam a maioria das inovações lançadas no mercado – não ter o conhecimento da teoria não impede, em grande parte das vezes, que as inovações ocorram, pois as mudanças podem ser consequência de outros fatores externos à ciência.

Contudo, neste modelo tradicional as inovações incrementais não são levadas em consideração. Ademais, não há chances de agentes externos interferirem no processo inovativo indicando situações que poderiam ajudar a melhorar os bens produzidos (KLINE e ROSENBERG, 1976), por exemplo, pela contribuição dos usuários finais ou dos fornecedores de equipamentos. Neste caso, os pesquisadores das universidades são os responsáveis pelo desenvolvimento científico do país, e conseqüentemente, do progresso econômico, que gera empregos, melhora a qualidade de vida, impulsiona novas indústrias, etc (BUSH, 1945).

1.5 Modelo interativo

A construção do modelo interativo tenta solucionar problemas que os autores evolucionários encontraram na forma linear de se pensar a inovação, uma vez que acreditam que o conhecimento tecnológico não está totalmente disponível (NELSON, 2006) e mais importante ainda, que os agentes envolvidos no processo inovativo podem interferir em qualquer etapa de sua elaboração.

O grande diferencial deste modelo consiste em considerar *feedbacks* entre agentes da cadeia produtiva (produtores, fornecedores e usuários) no processo inovativo. Portanto, não se acredita que há um sentido único para o fluxo de conhecimento (KLINE e ROSENBERG, 1976). Em qualquer etapa do processo inovativo podem surgir novas ideias que resultem em um novo produto, novo processo ou que alterem potencialmente as características do produto em questão, a partir de opiniões discutidas durante a execução do projeto. Assim, as atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada ou desenvolvimento não são mais destinadas a um agente específico; elas podem possuir diversas origens e serem favorecidas por acontecimentos externos (COHEN et al, 2002).

O significado da tecnologia também recebe outro olhar neste modelo. O que antes era chamado – pelos autores clássicos – de uma mera aplicação do conhecimento científico, agora é entendido como por si próprio um conjunto de conhecimentos sobre diversas atividades. Não é exatamente um conhecimento fundamental como aquele em que a pesquisa básica se ampara, mas é conhecimento acerca de métodos, técnicas e práticas muito importantes para o progresso econômico (ROSENBERG, 2006).

Kline e Rosenberg (1976) dizem que reconhecer que a inovação pode ter mais de uma forma de acontecer é o primeiro passo para começar a entendê-la. Isso ocorre principalmente devido a três aspectos, o primeiro é a natureza de cada indústria, onde a inovação é guiada de acordo com seus problemas e restrições específicas. O segundo ponto refere-se ao grau de desenvolvimento do conhecimento relevante para cada indústria, o qual interfere no potencial de utilização da ciência e tecnologia para cada uma delas. E o terceiro diz respeito ao potencial de rentabilidade dos produtos inovativos, que podem variar entre indústrias e com o tempo. Assim,

os mesmos insumos para inovações disponíveis em uma indústria podem não ser úteis em outra, pois as atividades desenvolvidas em cada uma delas são muito diferentes.

Schumpeter (1912; 1942) fez fortes críticas a proposta de se pensar a inovação como uma atividade com fluxo contínuo. Por isso, os autores desta corrente heterodoxa citam-no como precursor da visão crítica, que vê a inovação como o cerne do capitalismo. Para ele, as mudanças econômicas podem ser resultado de fatores exógenos – tais como guerras, crescimento populacional e revoluções – ou fatores endógenos, que são o “impulso fundamental que põe e mantém em funcionamento a máquina capitalista” (SCHUMPETER, 1942, p. 106). Estes podem ocorrer de cinco maneiras: novos métodos de produção; novos produtos (ou a implantação de melhorias em sua função), abertura de um novo mercado; conquista de uma nova fonte de matéria-prima; e criação de novos canais de distribuição.

De acordo com Kline e Rosenberg (1976), o processo inovativo pode se desenvolver por dois caminhos, o primeiro é mais simples e tem início nas descobertas de oportunidades ou do potencial do mercado, em seguida há as fases de *design*, testes, produção, comercialização, distribuição e por fim a utilização por seus usuários finais. A principal diferença em relação ao modelo linear é que o fluxo de informação não tem um sentido obrigatório. Além disso, a pesquisa não está posicionada no começo do processo, ela permeia todas as etapas, contribuindo para a mudança, especialmente devido ao conhecimento acumulado durante o tempo.

Há também múltiplas trajetórias por onde o conhecimento pode seguir através de uma série de *feedbacks*, sendo esta a segunda forma de estabelecer o processo inovativo. Esses *feedbacks* correspondem à interação entre os agentes da cadeia produtiva (KLINE e ROSENBERG, 1976) e podem ocorrer pela necessidade das empresas ou dos consumidores. Por um lado, para as empresas lançarem novos produtos ou, do ponto de vista da demanda, que busca satisfazer uma necessidade, aperfeiçoar a qualidade de um produto, ampliar sua utilização para fins diferentes do proposto originalmente, etc. Uma das razões para que esses *feedbacks* ocorram, principalmente no caso de produtos já existentes no mercado, é o período de maturação do produto, pois alguns só são explorados cientificamente após certo tempo de utilização, o suficiente para entender onde pode-se melhorar seu desempenho (ROSENBERG, 2006).

Mais detalhadamente, Kline e Rosenberg (1976) delimitam cinco trajetórias pelas quais a inovação pode ocorrer: i) inovações de processo, que ocorrem durante o design, desenvolvimento e produção; ii) *feedbacks*, que estão presentes em todas os caminhos por onde a informação

circula, integrando as etapas de concepção, desenvolvimento do produto, processos produtivos, comercialização, distribuição; iii) ligações ao longo do processo de transformação do conhecimento em ciência, sendo que o tipo de conhecimento exigido difere a cada estágio que se avança no processo inovativo (por exemplo, pode ser básico ou de processos produtivos); iv) inovações radicais, que apesar de serem raras, podem originar novas indústrias ou mudar a estrutura de uma já existente; e v) *feedbacks* dos produtos inovadores, através do monitoramento dos produtores.

A partir dessas trajetórias fica claro que não há uma preponderante, ou mesmo que a ciência é o ponto de partida e a única fonte de inovação para a indústria. Na verdade, a inovação pode ocorrer em diferentes etapas, sem que haja uma fronteira bem delimitada entre uma e outra – em muitos casos, elas se misturam.

Rosenberg (2006) cita vários exemplos que confirmam o fato de conhecimentos tecnológicos precederem o desenvolvimento científico. Há o caso do craqueamento de petróleo, que foi desenvolvido por pessoas sem treinamento formal, mas que tinham o conhecimento da prática. Outro caso é uma das grandes inovações na eletrônica, o transistor, que também foi por muito tempo utilizado sem entender realmente os processos físicos e químicos que ocorriam no invento, e foi essa dúvida que estimulou indústrias a realizarem pesquisas sobre os métodos empíricos amplamente utilizados para entender a ciência que estava ali por trás. Nestes casos – como em diversos outros exemplos –, a tecnologia acabou moldando a ciência, levando os cientistas a interpretar os resultados com o objetivo de obter a codificação do que aconteceu.

Como lembrado acima, para que qualquer tipo de inovação ocorra é preciso que a ciência avance, ou seja, a inovação não depende apenas do conhecimento disponível atualmente, mas de todo o estoque acumulado (KLINE e ROSENBERG, 1976), principalmente porque nem todo conhecimento é um bem livre, em que o aprendizado se faz de forma fácil e com baixo ou nenhum custo. Nelson (2006) lembra que existem dois tipos de conhecimento, o genérico e o específico. Quando tratamos de conhecimento genérico, que pode ter utilidade para diversas funções é mais oportuno dizer que ele é público, pois a codificação do conhecimento é alta. Muitas áreas da ciência possuem uma base científica comum, que não é restrita apenas aos que fazem uso dela, ao contrário, não há esforços para que esse conhecimento seja exclusivo de quem o utiliza. Assim, o seu aprendizado e difusão tornam-se mais fáceis e menos custosos (por exemplo, uma pessoa da área pode assimilá-lo e aplicá-lo sem dificuldades).

Por outro lado, há o tipo de conhecimento específico, em que a sua utilização depende de pesquisa e treinamento avançados (NELSON, 2006) e, portanto, não podemos dizer que é um conhecimento de acesso livre. Rosenberg (1976) exemplifica dizendo que muitos dos conhecimentos utilizados por empresas são úteis apenas dentro da própria empresa, já fora dela eles não seriam aproveitados, pois a técnica está intimamente ligada ao produto ou ao conjunto de processos utilizados na empresa. Este tipo de conhecimento ainda não foi codificado e difundido por interesse do seu proprietário, que se aproveita da proteção das patentes, dos segredos industriais, etc, para mantê-lo restrito. Isso significa que apenas com muito conhecimento preexistente e pesquisas voltadas diretamente para sua área, os indivíduos que trabalham com esta tecnologia podem operá-la de forma eficiente.

Como já foi amplamente discutido na literatura, o conhecimento se classifica como codificado e tácito (NELSON, 2006). O primeiro foi citado acima, é aquele que pode ser armazenado, escrito e repassado através de manuais de instruções; já o segundo não é prontamente transferível, uma vez que não pode ser facilmente decodificado, e por isso, exige maior capacitação e tempo de aprendizado para quem não o possui (DOSI, 1988). Portanto, vemos o conhecimento como cumulativo, dinâmico e estimulador da inovação e por isso as experiências anteriores de aquisição e geração de conhecimento e aprendizado influenciam fortemente a trajetória tecnológica que cada um segue. Desta forma, o conhecimento compõe numa nova oportunidade de desenvolvimento (PATEL e PAVITT, 1994; LUNDVALL, 1992) para empresas e nações.

Podemos concluir que os esforços direcionados às atividades inovativas diferem largamente entre os diversos setores de produção e entre os países, em termos de intensidade e eficiência. Além disso, as características de cumulatividade, oportunidade e tacitividade dos regimes tecnológicos apresentadas por Schumpeter (1942), podem fazer com que as atividades inovativas das empresas sejam diferentes, a depender do setor ou país em questão.

1.6 Modelo de inovação aberta

Num universo em que as ideias circulam livremente, frequentemente as empresas buscam meios de aproveitar o fluxo de conhecimento que não está internalizado. Além de realizar pesquisas internas em laboratórios de P&D ou utilizar métodos como *learning by doing*, saber avaliar a viabilidade e a utilidade de conhecimentos gerados fora do contexto da empresa pode colocá-la à frente no mercado. Desta forma, o conhecimento externo tem o mesmo nível de importância que o conhecimento gerado internamente para as atividades inovativas de uma empresa.

A facilidade em alcançar uma parte desse conhecimento gerado externamente estimulou ainda mais sua difusão. Um dos principais fatores apontados por Chesbrough (2003) para a amplitude de alcance do conhecimento disperso ao redor do mundo é a internet, que contribuiu com a divulgação científica e a circulação de idéias antes restritas ao local de origem (uma universidade, por exemplo). Uma evidência dessa dispersão do conhecimento são os registros de patentes. Atualmente, muitas empresas adotam a prática de registrar sua patente em mais de um escritório, para ter a proteção sobre seu invento em mais de uma região (CHESBROUGH, 2003). Isso ocorre porque a empresa patenteadora sabe que os concorrentes conseguem facilmente ter acesso a esse novo conhecimento em qualquer lugar do mundo, e no caso dele não estar legalmente protegido, podem utilizá-lo como bem entender, sem arcar com os custos implícitos ao seu desenvolvimento.

Os preceitos do modelo de Inovação Aberta distanciam-se daqueles da profunda integração vertical, em que uma única empresa realiza todas as etapas da inovação mantendo um laboratório interno de P&D. No modelo aberto, o conhecimento útil às empresas está amplamente distribuído, a tarefa das empresas é aprender a reconhecê-los e aproveitá-los. Segundo Chesbrough (2003; 2006) o conhecimento externo é tão abundante quanto o interno à empresa, assim ela pode mesclar sua utilização, obtendo maiores benefícios. As fontes externas de conhecimento permitem à empresa inovadora ampliar seu portfólio de pesquisas, de produtos, de projetos promissores, etc, de forma mais eficiente, uma vez que é possível direcionar o foco do conhecimento que desejam, e ao mesmo tempo, restringir o foco das pesquisas realizadas internamente. Deste modo, a empresa se especializa na área de pesquisa que melhor se enquadra

e/ou que julga ser mais crítico para sua competitividade. Neste contexto, a gestão da propriedade intelectual nas empresas ganha um papel mais proativo, que agora precisam avaliar seus próprios projetos de inovação, assim como dar atenção também aos conhecimentos gerados no ambiente em que atua (CHESBROUGH, 2006). Por fim, devido a complexidade dessa forma de inovar surgem novas empresas que estruturam um mercado intermediário da inovação. Esses intermediários proporcionam informação, acesso e financiamento para aquelas empresas que buscam interagir com fontes externas para alcançar seu objetivo inovador.

No modelo de inovação fechada o perfil é diferente. As empresas partem do princípio “faça você mesmo”, ou seja, não há externalização da atividade de pesquisa ou desenvolvimento, nem contato com fontes externas a fim de aumentar a capacidade inovativa da empresa (CHESBROUGH, 2003). Além disso, todo conhecimento gerado é estocado na própria empresa, mesmo que ela não seja útil para sua atividade. A idéia que permeia este perfil de empresa é que assim ela está bloqueando uma informação que já possui dos seus concorrentes, deixando-os para trás no processo inovativo em decorrência da construção de uma barreira à entrada (TEECE, 1986).

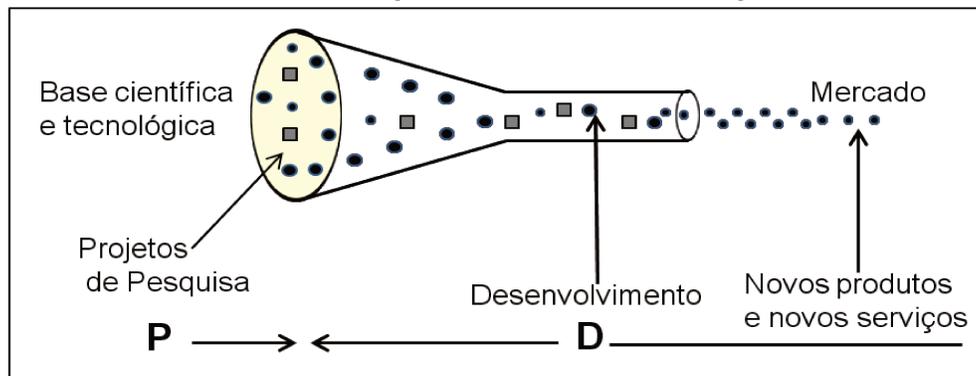
Porém, atualmente, a busca pela inovação provocou uma alteração no comportamento de empresas que antes concentravam suas pesquisas em laboratórios internos, estocando conhecimentos que muitas vezes não utilizava. As empresas notaram que há outra forma de obter benefícios com projetos gerados, mas não utilizados, o que também pode levar a empresa a se destacar frente aos concorrentes – talvez até de forma mais efetiva. Esta forma seria a adoção do modelo de inovação aberta (CHESBROUGH, 2003), no qual a empresa não estoca conhecimento sem utilização, ao invés disso, ela o licencia ou revende aos interessados, gerando recursos que serão investidos nas áreas em que ela possui maior qualificação e potencial para encontrar inovações, seja ele desenvolvido pelo laboratório interno, seja ele obtido de fontes externas.

Ademais, embora algumas empresas possuam seus laboratórios de P&D bem estruturados, nem sempre elas estão prontas para utilizar todo tipo de conhecimento resultante de suas pesquisas. Muitas vezes elas encontram dificuldades em internalizar integralmente esse novo conhecimento, principalmente quando não pode comercializá-lo. De acordo com Cohen e Levinthal (1990), para solucionar este dilema as empresas precisam ter capacitação interna para absorver conhecimentos externos e utilizar ambos da melhor forma.

A lista de conhecimentos externos disponíveis para uma empresa é ampla. Von Hippel (1988) cita quatro fontes externas de conhecimento que considera úteis para a inovação na empresa. Dentre eles estão: fornecedores e clientes; universidades, governo e laboratórios privados; concorrentes; e outros países. Segundo Chesbrough (2006), as fontes externas vão muito além do laboratório de P&D ou de universidades, elas são compostas por *start ups*, pequenas empresas especializadas, inventores individuais, técnicos aposentados e estudantes de graduação. A partir de todas essas fontes a empresa pode ampliar sua base de conhecimento, promovendo uma junção de pesquisas internas, conhecimentos externos e tecnologias adquiridas.

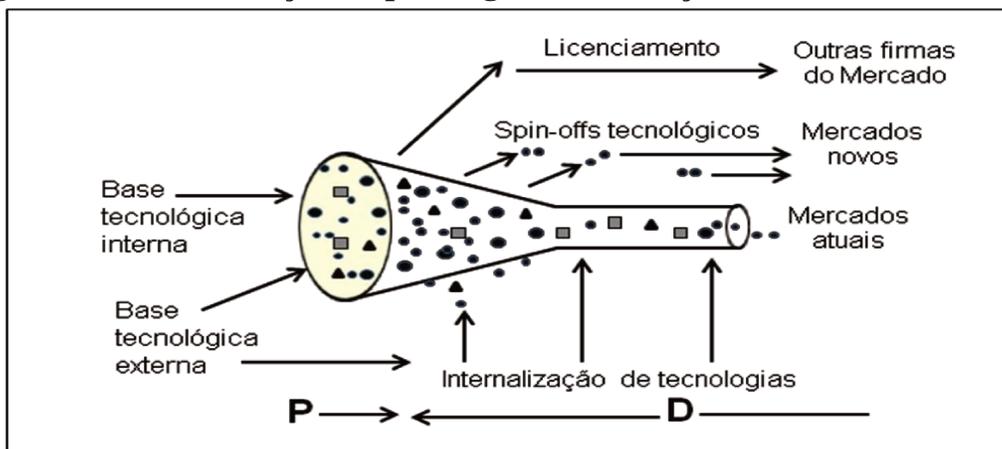
Sabendo que a soma desses diferentes insumos podem gerar também diferentes produtos inovadores, Chesbrough (2006) elaborou um esquema simplificado de como a inovação pode ocorrer no modelo aberto e no modelo fechado. A figura abaixo nos mostra essa representação.

Figura 1.1: Fluxos de informação no modelo de inovação fechada



Fonte: CHESBROUGH (2006). Elaboração própria.

Figura 1.2: A informação no paradigma de inovação aberta



Fonte: CHESBROUGH (2006). Elaboração própria.

Em suma, na Figura 1.1 (da inovação fechada), o insumo do processo inovativo é a base de ciência e tecnologia que a empresa possui. Dentre todas as pesquisas iniciadas, algumas ganham continuidade e credibilidade e são desenvolvidas, outras são abandonadas no caminho. Desse grupo, apenas algumas chegam a serem lançadas no mercado, na forma de novos produtos. Podemos notar a perda de potencial inovador nesse processo, já que boa parte da pesquisa iniciada não chega ao mercado, mas consumiu recursos e tempo que poderiam ter sido destinados a projetos potencialmente melhores. Na Figura 1.2 (de inovação aberta), soma-se aos insumos inovativos toda a base tecnológica da empresa e também a base tecnológica existente no exterior dela. Além disso, as idéias de projetos podem entrar em várias etapas, agregando conhecimento a uma pesquisa já em andamento ou direcionando um projeto para outro sentido diferente do inicialmente proposto. Do mesmo modo, o resultado desse processo pode ser obtido em diferentes etapas (e não apenas no final do projeto), pois uma vez que um projeto gerado é entendido como secundário para os objetivos da empresa (não faz parte do projeto principal), ela tem a opção de repassá-lo a quem tiver maior interesse. Para tanto ela licencia o produto ou a tecnologia e obtém renda para reinvestir novamente nos projetos mais importantes; outra maneira encontrada é a formação de *spin-offs* com a tecnologia desenvolvida. Por fim, é possível ver que a saída não é única, ao fim de um projeto inovador seus resultados podem ser direcionados ao mercado existente, a um novo mercado criado em decorrência da inovatividade do produto, ou mesmo para outras empresas. Notamos que a complexidade deste modelo permite com que ele gere mais oportunidades à empresa que o utiliza.

Desenvolver novas pesquisas dentro da empresa é custoso e demanda um tempo longo, por isso focar nessa forma como a principal fonte de inovação pode acarretar em desperdício de tempo e de recursos. Outras formas mais eficientes seria ampliar o leque de opções de acesso a conhecimentos, além de promover a integração com instituições que podem se tornar parceiras durante o processo inovativo. Desta forma num mesmo período de tempo e é possível trabalhar com uma gama de projetos essencialmente maior, dividir o custo do investimento, obter resultados num período mais curto (relativamente ao tempo necessário para se desenvolver cada projeto sozinho) e também compartilhar os benefícios gerados ao final do projeto.

Frequentemente, grandes e sofisticadas corporações lançam mão desse recurso e se conectam com fontes externas de conhecimento. Muitas empresas buscam parcerias com agentes externos interessados nos benefícios que isso pode trazer para sua atividade inovativa. Por

exemplo, nos EUA a Intel possui vários programas de interação com universidades, financiando projetos que somam mais de US\$100 milhões por ano (CHESBROUGH, 2003), visando ter participação em idéias que acredita ser promissora (uma forma de controlar as ideias em desenvolvimento no mercado, liderando as pesquisas num mercado em que a mudança tecnológica é constante). Além disso, a Intel também se preocupa em monitorar empresas *start-ups* dos setores de informática e comunicações, para acompanhar de perto as novidades lançadas e se for o caso, integrar a empresa ao seu portfólio (através de fusão ou participação societária).

Contudo, deve ser frisado que não apenas empresas do segmento de alta tecnologia podem fazer uso da Inovação Aberta. Qualquer uma, desde *start ups* a médias ou grandes empresas dos segmentos de baixa, média ou alta tecnologia podem se beneficiar desta forma de inovação, o que elas precisam fazer é manter-se informadas sobre os conhecimentos que estão sendo desenvolvidos na sua área de atuação para enxergar pontos em que ela pode atuar. No caso de empresas de menor intensidade tecnológica, podemos citar a observação de pesquisas que estão sendo promovidas dentro de universidades ou institutos de pesquisa para tornarem-se parceiros, como por exemplo, aquelas desenvolvidas pela Embrapa voltadas para o setor agropecuário; também é viável estar em contato com fornecedores e clientes para captar suas necessidades visando implementar melhoramentos incrementais nos produtos oferecidos ou na matéria-prima obtida, uma vez que esta é uma boa fonte de informação para inovação em setores mais tradicionais, que possuem uma dinâmica de mudança tecnológica mais lenta. Um exemplo é o setor de alimentos e bebidas, que solicita aos seus fornecedores embalagens de alimentos mais duráveis ou um incremento de vitaminas e minerais nos insumos nos produtos.

Neste sentido, nota-se que as firmas que estão imersas nesse modelo podem expandir obter resultados mais rapidamente do que aquelas que se mantêm no modelo mais tradicional – e fechado – de inovação. Não necessariamente a empresa deve focar em resultados de pesquisas internas, o foco deve estar voltado para a mudança tecnológica que ocorre ao seu redor, de modo que possa acompanhá-la e obter benefícios de projetos que não participou ativamente (como solicitando um licenciamento), que foi uma das partes envolvidas (em projetos com outras empresas ou universidades) ou mesmo que desenvolveu internamente mas não fez uso (vendendo uma licença ou uma patente).

1.7 A atuação da interação de universidades e empresas no processo inovativo

A relação entre ciência e tecnologia ganhou espaço no debate recente, o que se concretizou na chamada sociedade do conhecimento. Como resultado, tivemos uma ampliação das tecnologias intensivas em ciência e da participação das universidades na elaboração de tecnologias industrialmente relevantes (FREEMAN e SOETE, 2008; MOWERY e SAMPAT, 2005; ALBUQUERQUE et al, 2005; MEYER-KRAHMER e SCHMOCH, 1998).

Além das universidades, para que a atividade inovativa de um país tenha sucesso é preciso que um grupo de agentes atue de forma conjunta, através de um sistema de inovação. A composição deste sistema inclui entre os principais atores as empresas, as universidades, instituições públicas e privadas e o governo (PATEL e PAVITT, 1994; LUNDVALL, 1992; FREEMAN, 1995). As empresas sempre tiveram destaque como grandes promotoras da inovação, através de seus laboratórios de P&D, que segundo Freeman (1995), foram uma das maiores inovações institucionais do século XX, e também pelas parcerias e interações com os demais atores.

A universidade também possui papel de destaque, uma vez que fornece mão de obra qualificada (principalmente engenheiros e cientistas das áreas das "ciências duras") e ainda executa a etapa da pesquisa básica nos projetos desenvolvidos com outros parceiros (essencialmente, empresas). Os institutos de pesquisa também realizam a etapa de pesquisa básica, juntamente com as universidades. Como instituições enquadram-se as agências de financiamento, agências reguladoras, centros de educação e treinamento técnico de recursos humanos, entre outros que tem com objetivo a promoção da atividade inovativa (NELSON, 2006). E por fim, cabe ao governo orientar, financiar e estimular a inovação, visto que tem o poder de formular políticas neste sentido. A interação entre os atores pode ocorrer com diferentes intensidades, dependendo das características institucionais de cada país.

A partir de todos esses atores e das inter-relações que ocorrem entre eles, Patel e Pavitt (1994) afirmam que seria errôneo medir a acumulação tecnológica a partir da pesquisa básica desenvolvida nas universidades somada à rotina de produção das empresas. As atividades que contribuem para a acumulação tecnológica são muito mais complexas e variadas, englobam diversos atores além destes citados, exigem conhecimento acumulado, além de investimentos em outras áreas relacionadas ao aprendizado.

O conhecimento e a inovação podem ser resultados de esforços direcionados à P&D, como também de atividades rotineiras, como as desempenhadas pelos trabalhadores no chão de fábrica, da distribuição e dos próprios usuários finais. A experiência diária pode resultar também em aprendizados do tipo *learning by doing*, *learning by interacting* e *learning by using*, as quais incrementam a eficiência nas operações de produção e promovem a interação entre usuários e produtores a fim de realizar melhorias no processo inovativo (LUNDVALL, 1992).

O sistema de inovação pode favorecer o avanço tecnológico de um país de dois modos. Primeiro através da criação de instituições que atuem neste sentido, e segundo pelos resultados das interações que ocorrem entre tais instituições, o que permite que esta atuação seja conjunta e coerente. Além disso, fortalecer a interação entre as universidades e os demais atores do sistema, principalmente a indústria, é fundamental para que a primeira possa contribuir eficazmente para o progresso tecnológico (ALBUQUERQUE et al, 2005).

Segundo Meyer-Krahmer e Schmoch (1998), há três pontos que determinam a interação entre universidades e empresas, traduzidos na capacidade de absorção de conhecimento de cada instituição; a amplitude da rede de empresas e instituições de pesquisa (esta deve ser grande o bastante para evitar que apenas os protagonistas do atual paradigma tecnológico se inter-relacionem e excluam os demais participantes); e ainda as condições macroestruturais, que têm um potencial muito maior para alterar a trajetória tecnológica, o novo paradigma, enfim, a direção da ciência.

De acordo com Cohen et al (2002), a ligação entre a P&D industrial e a pesquisa pública cresceu drasticamente nas décadas de 1980 e 1990. Entretanto, para os autores, os efeitos diretos da pesquisa realizada nas universidades ainda são menosprezados pelo setor industrial. Por outro lado, as empresas aproveitam-se de muito dos seus efeitos indiretos, principalmente aqueles obtidos de pesquisas em ciências aplicadas e campos da engenharia, além de utilizar recursos humanos qualificados e treinados pelas universidades.

Outros autores argumentam no mesmo sentido ao dizerem que alguns dos mais relevantes papéis das universidades para o sistema de inovação são a sua capacidade de formar mão de obra especializada – cientistas e engenheiros –, de ser uma fonte de conhecimento científico, além de realizar pesquisas de cunho técnico, as quais resultam em importantes contribuições para o desenvolvimento tecnológico da indústria (NELSON e ROSENBERG, 1993; ALBUQUERQUE et al, 2005).

Para Mowery e Sampat (2005), os produtos economicamente importantes das pesquisas universitárias podem ser vistos de diferentes formas, variando de acordo com a indústria analisada e o período que se observa. Dentre eles estão as informações tecnológicas e científicas que aumentam a eficiência da P&D aplicada na indústria, equipamentos e instrumentação utilizados pelas firmas, conhecimento profissional, redes de capacidades científicas e tecnológicas que facilitam a difusão dos novos conhecimentos, e por fim, protótipos para novos produtos e processos.

No contexto dos EUA, desde a década de 1970 as universidades também funcionaram como centros de pesquisa que se preocupavam em desenvolver novos modos de utilizar os computadores pelos pesquisadores universitários, além de auxiliar no desenvolvimento de diversos softwares (Colyvas et al, 2002). Estes avanços favoreceram a indústria como um todo, e não ocorreram necessariamente devido ao *Bayh-Dole Act*.

Suzigan e Albuquerque (2008, p. 10-11) destacam as “fortes e mútuas retroalimentações entre ciência e tecnologia” que ocorrem nos países desenvolvidos. Eles utilizam os trabalhos de Nelson e Rosenberg (1993) e Rosenberg (2006) para caracterizar a ligação entre a ciência e a tecnologia, sendo a ciência líder e, concomitantemente, seguidora do progresso tecnológico.

De acordo com a teoria evolucionária, existem quatro características que dominam a produção da ciência, e são: as trajetórias tecnológicas, a diversidade das estruturas e práticas, a irreversibilidade dos processos e o aprendizado (MEYER-KRAHMER e SCHMOCH, 1998). A intensidade de cada uma delas pode guiar os caminhos que a ciência percorrerá.

A tecnologia, por sua vez, pode ter diferentes funções, tais como ser uma fonte de problemas a ser resolvido pela ciência, o local onde o conhecimento empírico pode ser avaliado pelos cientistas e também o que fornece equipamentos de pesquisa a serem avaliados, assim como ser aquele que permite formular uma agenda para a ciência (ROSENBERG, 2006). Portanto, a tecnologia não constitui apenas uma aplicação da ciência, ela própria é uma forma de conhecimento acumulado durante anos, sendo que em parte considerável deste tempo ela foi desenvolvida sem embasamento teórico em termos científicos (ROSENBERG, 2006).

Como vimos, um sistema de inovação é formado por um conjunto de instituições cujas interações determinam o desempenho inovador das firmas nacionais (NELSON, 1994). Desta forma, sua estrutura e competência podem determinar a taxa e a direção do aprendizado tecnológico de um país (PATEL e PAVITT, 1994). Em geral, os países mais desenvolvidos

possuem sistemas de inovação bem consolidados e aptos a apoiar o desenvolvimento de forma articulada. Além destes, temos também como exemplos países de industrialização recente, como Coreia do Sul e Taiwan, os quais realizaram um grande esforço para estabelecer seus sistemas de inovação – juntamente com as demais políticas industriais do país – resultando assim numa estratégia bem sucedida de desenvolvimento tecnológico (KIM, 1993; KATZ, 2005).

Já outros países menos desenvolvidos, como México, Índia, África do Sul e o Brasil possuem um sistema de inovação classificado como imaturo, pois neles são encontradas “conexões parciais entre a infraestrutura científica e as atividades tecnológicas”, havendo, portanto ainda algumas lacunas a cobrir (ALBUQUERQUE et al, 2005, p. 95).

Os países em desenvolvimento podem alcançar maiores níveis de desenvolvimento tecnológico através das “janelas de oportunidades” (PEREZ e SOETE, 1988), mas estas também exigem uma consolidação da estrutura apropriada para a promoção da inovação, que permita não só a aquisição de tecnologias, como também a assimilação destas.

Existem algumas fontes que possibilitam a interação entre diversos agentes do sistema de inovação, as quais podem ser traduzidas como oportunidades tecnológicas e podem diferir bastante de um setor para outro. Klevorick et al (1995) apontam em um estudo – o *Yale Survey* – que analisou cerca de 650 empresas localizadas nos EUA, representantes de 130 áreas de negócios, as principais fontes de oportunidades tecnológicas encontradas pelas empresas que realizaram inovação nos últimos anos anteriores à pesquisa (que foi realizada entre 1983 e 1984). As fontes de oportunidade são divididas em três grupos diferentes, que são: avanço no entendimento científico; avanços tecnológicos de origem externa à indústria; e trajetórias naturais (ou *feedbacks* da tecnologia).

Meyer-Krahmer e Schmoch (1998) buscaram encontrar quais campos são realmente baseados em ciência (para o caso alemão). Após avaliarem um indicador de citações científicas em patentes, levantaram quais eram os principais departamentos de universidades alemãs que mais contribuíram para ao progresso científico. Desta forma, chegaram a três resultados: os campos em que mais ocorreram interações entre universidades alemãs e empresas patenteadoras foram em química, tecnologia da informação e biotecnologia.

Klevorick et al (1995) também diferenciaram o papel da ciência básica e da ciência aplicada no seu potencial de interferir e auxiliar as interações com as empresas que as utilizam. Assim, chegaram a conclusão de que a maioria dos esforços de P&D das empresas partem de

uma necessidade ou um objetivo específico da firma, e só após ele estar bem definido é que consultam as universidades para resolver o que se deseja. Portanto, eles concluem que a ciência aplicada é a mais utilizada pelas firmas, e que ela convém nos casos em que se quer concluir o projeto inovador, e não na sua etapa inicial, na qual as parcerias se fazem muito menos representativas.

Cohen et al (2002) buscaram entender como a pesquisa pública contribui para o avanço técnico na indústria. Para tanto, utilizaram um questionário – o *Carnegie Mellon Survey* – que analisou 1.478 laboratórios de P&D de empresas que possuem plantas produtivas localizadas nos EUA (realizado em 1994). Assim, dentre as possibilidades de resultados da pesquisa pública que trabalharam – quais sejam, descobertas das pesquisas, protótipos e novos instrumentos ou técnicas –, concluíram que a principal forma de incentivar a P&D industrial é através das descobertas das pesquisas, sendo os protótipos a forma que menos contribui para este fim.

Ao avaliarem o potencial de apoio da ciência aplicada e básica em relação à P&D industrial, eles chegam à mesma resposta que Klevorick et al (1995), ou seja, as áreas de ciências aplicadas e engenharias são as que mais influenciam as atividades desses laboratórios. Em relação à ciência básica, o campo que recebeu destaque destoante dos demais pela sua capacidade de influenciar a atividade de P&D foi a química (COHEN et al, 2002).

Além disso, outro ponto semelhante às descobertas de Klevorick et al (1995) diz respeito à etapa da produção em que a universidade tem maior importância. Eles também levantaram que as pesquisas realizadas nas universidades e institutos públicos de pesquisa são de grande relevância para a conclusão de projetos realizados pelos laboratórios de P&D da indústria (mais do que para auxiliar o início da sua execução) (COHEN et al, 2002).

Segundo Meyer-Krahmer e Schmoch (1998), as mais recentes teorias do crescimento e do comércio externo defendem que um dos fatores que determinam a produção da ciência – as trajetórias tecnológicas – pode dificultar (ou até mesmo barrar) o reconhecimento e a adoção de novos paradigmas tecnológicos. Entretanto, eles mostram que novos paradigmas tecnológicos são uma forma de países em processo de *catching-up* poderem alcançar a liderança via produção de uma nova tecnologia dominante. Isto aconteceria por que eles se aproveitariam dos efeitos do novo aprendizado para diminuir seus custos de produção, compensando assim a desvantagem de produtividade original do líder.

Observamos que o conhecimento tornou-se um dos elementos fundamentais da economia moderna, assim como seu processo de aprendizado. Além disso, vimos que o aprendizado é predominantemente interativo, e por isso a estrutura de instituições que lhe dá sustentação é capaz de promover o avanço no conhecimento – refletindo-se também na tecnologia – num ritmo muito mais veloz do que se ela não estivesse presente (PATEL e PAVITT, 1994; LUNDVALL, 1992; FREEMAN e SOETE, 2008; NELSON, 1994).

Desta forma, um sistema de inovação setorial bem estruturado, com os atores estabelecidos e atuando de forma ativa, permite com que as interações entre eles ocorram de maneira a trazer bons resultados para o progresso científico e tecnológico do campo em que atuam (LUNDVALL, 1992; MALERBA, 2002; VIOTTI, 2002).

CAPÍTULO 2

FORMAS DE INOVAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SETORES INDUSTRIAIS

2.1 Introdução

Com o avanço no conhecimento e na tecnologia embutida nos produtos oriundos da indústria de transformação, a desagregação dos setores industriais por qualquer classificação que seja tornou-se uma tarefa árdua, que exige ponderações e abstrações, já que nem sempre é unânime a escolha do método pelo qual tais produtos são ordenados em algumas classificações. Em boa medida, isto se deve ao fato dos produtos serem cada vez mais complexos (multi tecnológicos, multi insumos e/ou multi campos do conhecimento).

O termo conhecido como “tecnologia embarcada” é um dos fatores que dificulta a análise setorial da indústria. Ele indica que, embora um produto tenha sido produzido e contabilizado em um determinado setor, sua produção está essencialmente atrelada aos avanços tecnológicos dos setores que forneceram a matéria-prima ou de setores que favoreceram (de forma intencional ou não) o avanço tecnológico de produtos ou equipamentos produzidos por outro setor. Exemplos claros dessa interdependência são os alimentos. Seus produtores mantêm contato direto com os fornecedores de inseticidas e fertilizantes para que o produto final – o alimento – seja de alta qualidade (em termos das exigências do mercado quanto ao sabor, tamanho, aparência, e outras características), para ampliar a produtividade por área plantada ou mesmo para controlar as pragas que podem atingir a plantação. Desta forma, apesar do alimento em si não ter recebido investimentos diretos do próprio produtor, os investimentos em novas descobertas foram feitos por agentes externos, neste caso, o setor químico. Apesar de ficar evidente a participação do setor químico na produção de alimentos, os dispêndios com o incremento tecnológico não são computados nas estatísticas sobre o produto alimentício, mas nas informações de investimentos do setor químico. Uma análise superficial dos dados pode indicar que o setor de alimentos não

realiza investimentos para melhorar o potencial de seus produtos, quando na verdade ele possui tecnologia oriunda de outros segmentos, e nem por isso trata-se um produto sem inovação.

Pretendemos mostrar neste capítulo que a inovação pode ocorrer de diferentes formas, desde a mais tradicional, através da P&D desenvolvida nos laboratórios das empresas, em universidades ou centros de pesquisa privados, como também por outros meios relativamente mais simples, que não exigem alto dispêndio durante sua implementação nem avanços em fronteiras científicas vigentes, mas que também geram resultados expressivos para a empresa.

A partir de um levantamento teórico constata-se que a defesa da P&D como atividade fundamental para a inovação das empresas é ampla e variada. Dentre os estudos sobre o tema podemos citar Dunning (1993), Dosi (1984), Florida (1997), OCDE (2010), Pearce (1990), Mowery e Rosenberg (1979), UNCTAD (2005), UNIDO (2002), Castro, De Negri e Salerno (2005), entre outros. Todos os autores citados apontam o potencial da P&D em revitalizar o conjunto de competências tecnológicas das empresas.

Segundo a UNCTAD:

Expenditure on research and development (R&D), higher education and software can be considered as investment in knowledge. Such investment is crucial for economic growth, job creation and improved living standards. (UNCTAD, 2005, p. 14)

Neste ponto fica claro como a P&D se destaca das demais variáveis que também podem promover o avanço científico. Sob o mesmo aspecto, diversos outros textos abordam a função da P&D na promoção do conhecimento e do crescimento econômico, entretanto entendemos que outros fatores também deveriam ser considerados nas análises voltadas aos determinantes do progresso tecnológico. Dentre as demais atividades tecnológicas que consideramos complementares à P&D temos o licenciamento de tecnologias, aquisição de software, aquisição de P&D externa, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento de mão de obra, desenvolvimento de projetos industriais, introdução de inovações incrementais no mercado, entre outros. Mesmo nos casos em que há aquisição de produto ou serviço desenvolvido externamente, também é necessário um esforço interno de adaptação e capacitações previamente estabelecidas (não é uma tarefa simples).

Sabe-se que a força desses fatores quando comparada ao impacto gerado pela P&D normalmente mostra-se mais modesta, e que talvez por isso, podem não ser citados tão

frequentemente. Por outro lado, em setores mais tradicionais em que o conhecimento já se encontra num patamar estável (sem grandes avanços ou mudanças radicais constantes) ou nos casos em que a descoberta foi feita mas precisa de apoio para se difundir no mercado, esses fatores têm sua importância ampliada.

Para tentar diminuir esta lacuna, iremos apresentar essas outras formas de alcançar a inovação que vão além da P&D. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos com este intuito, por exemplo, Rosenberg (1976), Lundvall (1988), Malerba, (1992), Teece (1998), Teece, Pisano e Shuen (1997), Nonaka e Takeushi (1997), Morceiro et al (2012), entre outros.

Concordando com a abordagem que confere grande importância para a P&D no desenvolvimento tecnológico, queremos complementá-la argumentando que além da P&D há outros fatores que podem ampliar a abrangência das atividades de inovação e dos seus impactos gerados sobre o progresso tecnológico.

Tendo em vista esses conceitos e a abordagem que será utilizada neste Capítulo, sua composição foi estruturada da seguinte forma. A parte inicial se foca nos conceitos mais utilizados para elaborar uma classificação industrial de conteúdo tecnológico. É sabido que há diferentes formas encontradas por empresas para concretizarem a inovação, mas muitas vezes a literatura se limita a analisar apenas uma delas – a P&D – e para quebrar essa tendência, destacam-se alguns pontos empíricos que evidenciam que inovação vai além das pesquisas feitas em laboratórios.

Iremos discorrer também acerca dos métodos utilizados para medir o conteúdo tecnológico de produtos, apontando as questões pertinentes à escolha de um desses métodos que será utilizado na análise desenvolvida no terceiro capítulo: a metodologia da OCDE para classificação de indústrias por categorias de intensidade tecnológica.

Finalizando o segundo capítulo exemplifica-se uma maneira encontrada por empresas para inovar, lançando mão da interação com agentes que compõem uma parte da infraestrutura científica do país, as universidades e institutos de pesquisa (ou U-IP).

2.2 Conceitos necessários para uma classificação tecnológica

Para calcular o conteúdo tecnológico (ou a intensidade tecnológica) dos produtos existem diversos métodos, mas em qualquer um deles encontraremos alguma diferença de acordo com as características do país produtor (desenvolvido ou em desenvolvimento), do porte das empresas (pequenos produtores ou grandes *players* mundiais) e/ou do nível de conhecimento incorporado por cada agente. Alguns conceitos relacionados são difíceis de mensurar, tais como a tecnologia desenvolvida em conjunto entre fornecedor e demandante ou o aprendizado acumulado (e incorporado aos produtos) através da prática, por isso os estudos sobre o nível tecnológico de produtos ou setores não são capazes de englobar os efeitos ou dispêndios relacionados a todos eles.

Tradicionalmente, os estudos sobre intensidade tecnológica— ou outros temas — se concentram nas variáveis que são possíveis dimensionar, e a P&D é a forma mais utilizada e disponível em praticamente todos os países, permitindo assim análises comparativas abrangentes⁴. Uma das formas mais utilizadas na literatura acerca da inovação para se medir a intensidade tecnológica é o percentual de dispêndios em P&D que um setor realiza. Para compreender a P&D vamos considerar a definição da OCDE, que considera

(...) o trabalho criativo levado a cabo de forma sistemática para aumentar o campo dos conhecimentos, incluindo o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, e a utilização desses conhecimentos para criar novas aplicações. (OCDE, 2002, p. 30, tradução própria).

Existem algumas razões para o foco recair sobre essa variável. Primeiramente pelo enfoque schumpeteriano que destaca as inovações de grande porte, aquelas responsáveis por provocar mudanças radicais no sistema econômico por meio da destruição criadora (SCHUMPETER, 1942). Tais inovações radicais têm como origem, segundo Schumpeter (1942), as grandes empresas, que representam as instituições mais hábeis para promover o progresso. São nelas que se localizam os grandes departamentos de pesquisas que, de tempos em tempos,

⁴ O trabalho *Science, Technology and Industry Scoreboard* (2005) da OCDE é um exemplo claro que ao tratar do papel que o conhecimento ganhou na economia, foca sua análise sobre os dados de P&D por países. Veja também BIS [*Department for Business, Innovation & Skills*] (2009; 2010).

injetam as inovações no mercado, alterando sua dinâmica e instigando novas pesquisas. A primeira coisa que uma firma moderna faz, tão logo se encontra em condições de enfrentar as despesas, é organizar um departamento de pesquisa, cujos funcionários sabem que seu pão de cada dia depende do êxito que obtiverem na descoberta de melhorias. (SCHUMPETER, 1942, cap. 8). Para o autor, é a capacidade inovativa da empresa que determina se ela irá sobreviver no mercado, realizando tanto inovações radicais como incrementais, que de certa forma prolongam a vida útil das inovações disruptivas. Rosenberg (1975) insinuou que muitos autores fizeram uma leitura apressada dos escritos de Schumpeter e por isso deram demasiada importância a aspectos específicos tais como o destaque para grandes inovações que causam descontinuidades no aparato produtivo; as habilidades raras do empresário inovador, e as inovações revolucionárias – chamadas de “destruição-criativa” – que exercem papel crucial no progresso econômico. É verdade que esses pontos fazem parte da teoria schumpeteriana, porém ela não se resume a eles⁵.

Um segundo ponto que chama atenção para os gastos em P&D é o próprio modelo linear de inovação, que defende que a inovação possui um caminho único e sequencial, tendo como ponto de partida a pesquisa em laboratório (HIRSCH-KREINSEN et al, 2005, p.12). Desta forma, apenas realizando investimentos na primeira etapa – em pesquisa – é que se alcançaria o desenvolvimento e a comercialização do produto, e portanto, esta seria a única forma de inovar, já que não haveria outro caminho a ser percorrido.

A terceira razão deve-se ao ambiente competitivo na área militar ter sido estimulado durante o período da chamada “guerra fria”. A rivalidade entre Estados Unidos e União Soviética promoveu uma intensa disputa nas tecnologias militares, inclusive entre os países ocidentais. Essa disputa era alimentada por fundos públicos de pesquisa em áreas estratégicas, como aeroespacial, telecomunicações, computação e outras (HIRSCH-KREINSEN et al, 2005, p. 13). O quarto ponto é a formação do grupo de países conhecido como tríade: Estados Unidos, Europa e Japão. Após a Segunda Guerra Mundial, pensando em acabar com os resquícios do regime comunista e mostrar a força do capitalismo, muitas empresas americanas investiram no desenvolvimento e reestruturação da Europa e do Japão (países próximos dos comunistas). Na década de 1960, após a recuperação dessas regiões, houve uma resposta por parte dos países europeus e do Japão com investimentos nos Estados Unidos. Muitos desses investimentos foram

⁵ Freeman (1987) disse que o foco excessivo sobre a invenção e a inovação causou consequências distorcidas não apenas sobre os métodos de análise da atividade inovativa, mas também sobre a política tecnológica adotada em muitos países no período pós-guerra.

direcionados aos setores mais avançados tecnologicamente, que exigiam investimentos em pesquisas, visando mostrar a superioridade dos países capitalistas (HIRSHC-KREINSEN, 2005, p.13).

A taxonomia setorial de inovação proposta por Keith Pavitt (1984) é o quinto ponto a ser citado que aumenta a ênfase sobre a P&D. Sua tipologia agrega os setores industriais em quatro grupos: baseados em ciência, fornecedores especializados, intensivos em escala e dominados pelos fornecedores. Os setores baseados em ciência exigem alta intensidade de P&D, já os três outros grupos exigem menores gastos em P&D e investimentos em outros quesitos, como em máquinas e equipamentos. Os setores intensivos em conhecimento são os que se destacam na estrutura industrial dos países líderes e passaram a ser almejados nas formulações de política industrial.

Os pontos citados anteriormente mostram alguns dos motivos pelos quais a atividade de P&D é ainda vista como sinônimo de inovação. Entretanto, como vimos no Capítulo 1, na seção que trata do modelo interativo, há outros caminhos que podem ser percorridos quando o objetivo é a inovação. Da mesma maneira, esses pontos também merecem destaque.

Começando pelo próprio Schumpeter (1912; 1939), seus trabalhos apontam para a atividade inovativa como fruto de combinações novas de matérias, forças e meios de produção disponíveis.

Portanto, definimos simplesmente a inovação como a formulação de uma nova função de produção. Isto inclui o caso de uma nova mercadoria, assim como de uma nova forma de organização, tal como uma fusão, a abertura de novos mercados, e assim por diante. Recordando que a produção em sentido econômico é nada mais que a combinação de serviços produtivos, podemos expressar o mesmo dizendo que a inovação combina os fatores de uma forma nova, ou que ela consiste em levar a cabo novas combinações” (SCHUMPETER, 1939, cap. 3).

Desta forma, reutilizar ou reformular um produto ou processo já existente também deve ser considerado como atividade inovativa. Sabemos que muitos dos problemas que surgem no processo de inovação podem ser solucionados somente com conhecimento advindo de tarefas realizadas no passado (estoque de conhecimento ou *path dependence*). Desse modo, a inovação pode ocorrer sem demandar gastos com P&D formal.

Em segundo lugar, para Kline e Rosenberg (1986, p. 290-291) os *feedbacks* internos ao processo de inovação podem render resultados tão compensatórios quanto a P&D, sem exigir

dispendiosos gastos. A linha de produção, os fornecedores, os clientes ou os trabalhadores da empresa são fontes de informação para a empresa guiar sua inovação, realizando melhoramentos em seus produtos de acordo com a recomendação de algum desses agentes. Para os autores, a estratégia de investir em P&D para obter inovações só deve ser utilizada após terem sido percorridas todas as alternativas existentes no interior do processo inovativo, pois a atividade de P&D é custosa, consome tempo e os resultados são muito incertos.

O terceiro ponto diz respeito à importância do conhecimento – já citada no capítulo anterior. Dosi (1988) defendeu que a inovação depende do estoque de conhecimento acumulado. Jensen *et al* (2007) segue no mesmo sentido e diz que a inovação pode se originar de estoques de conhecimentos tácitos, obtidos através de procedimentos informais de aprendizagem a partir da experiência prática, como *know-how*, *learning by doing*, *learning by using* e *learning by interacting*. Reflexo disso é que cada vez mais empresas buscam reter profissionais com prática na sua área (principalmente na produção) pensando em obter os benefícios do conhecimento gerados durante a rotina operacional da empresa.

O quarto ponto é o importante trabalho que define as atividades inovativas, o Manual de Oslo (OCDE, 2005a, p. 18) da OCDE. Segundo esse Manual:

(...) as atividades de inovação incluem todas as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que realmente conduzem, ou que pretendem conduzir, à implementação de inovações. Algumas dessas atividades podem ser inovadoras em si, enquanto outras não são novas, mas são necessárias para a implementação. A inovação compreende várias atividades que não se inserem em P&D, como as últimas fases do desenvolvimento para pré-produção, produção e distribuição, atividades de desenvolvimento com um grau menor de novidade, atividades de suporte como treinamento e preparação de mercado, e atividades de desenvolvimento e implementação para inovações tais como novos métodos de *marketing* ou novos métodos organizacionais que não são inovações de produto nem de processo. As atividades de inovação podem também incluir a aquisição de conhecimentos externos ou bens de capital que não são parte da P&D. (OCDE, 2005a, p. 18).

Corroborando as informações do Manual de Oslo, outro trabalho também da OCDE conhecido como Manual de Frascati (2002) aponta as atividades não incluídas como P&D, mas que são parte integrante do potencial inovador das empresas:

Há um emaranhado de atividades envolvidas no processo de inovação que não são consideradas P&D segundo o Manual de Frascati, mas que contribuem sobremaneira

para o processo de inovação, tais como: educação (primária, secundária e superior), formação técnica, treinamento, ferramentas e engenharia industrial, pesquisa de mercado, atividades de levantamento geológico e prospecção, aquisição de tecnologia (bens de capital), aquisição de *software*, desenho industrial, atividades de comercialização, projetos de engenharia e outros (MANUAL DE FRASCATI, 2002, cap. 2)

Desse modo, a maior parte das atividades rotineiras apontadas por Nelson e Winter (1982) e levadas a cabo pelas firmas não são consideradas P&D, embora sejam imprescindíveis para a geração de inovação, em especial para os países em desenvolvimento. Neste sentido, o papel do capital humano, das habilidades pessoais, das percepções dos trabalhadores e da memória da organização está ausente das estatísticas de P&D, assim como a imensa maioria das inovações organizacionais e de *marketing*, tão importantes no paradigma científico e tecnológico em vigor.

Devido à dificuldade para realizar estimativas, bem como à menor atenção atribuída às atividades inovativas mais rotineiras, muitos trabalhos se restringem a analisar o impacto da P&D sobre o desenvolvimento tecnológico. Contudo, vamos nos preocupar a partir de agora em nomear essas outras atividades inovativas para mostrar que em muitos casos, elas são responsáveis por ampliar o potencial inovativo de setores, e ao aproveitá-las de forma aliada à P&D, é possível desenvolver o progresso tecnológico de forma mais efetiva e consolidada.

2.3 Fontes de inovação que extrapolam a pesquisa e desenvolvimento

As incertezas tecnológicas em novas descobertas científicas são muito claras, porém também existem outras etapas – econômicas, institucionais, cultural e social – até que a inovação seja implementada no mercado (ROSENBERG, 1982). A literatura schumpeteriana tradicional sobre inovação enfocou muito mais os aspectos científicos e tecnológicos que os aspectos econômicos (ROSENBERG, 1976), assim como mais as práticas formais (patentes, por exemplo) que as informais de geração e assimilação de conhecimentos. Desta forma, o foco da atividade inovativa recai muito mais sobre o inventor de uma tecnologia (ou sua origem) do que sobre a sua aplicação efetiva (seu destino). Ao mesmo tempo, a visão schumpeteriana centrou-se mais nas grandes inovações que nas inovações menores, mostrando que a inovação (ou o empresário

inovador) tem maior importância que práticas rotineiras de imitação ou difusão (ROSENBERG, 1975).

O foco excessivo sobre a atividade inovativa que resulta em inovações radicais deturpa a análise sobre o tema. Para mudar essa tendência, entre o fim dos anos 1980 e início da década de 1990 começaram a surgir *surveys* acerca da inovação, os quais passaram a mensurar além da P&D, outras atividades inovativas. Ao mesmo tempo, esses novos estudos também conferiam destaque para o papel das inovações incrementais e da difusão no desenvolvimento tecnológico, tais como melhoramentos nos produtos, redução nos custos de produção, etc. Esses esforços ajudaram a direcionar a discussão sobre atividades inovativas e o desenvolvimento tecnológico para outro ponto de vista que não esteja restrito à P&D e inovações radicais. Porém, ainda não foram feitos este tipo de estudos em tantos países quanto os que dispõem de dados sobre P&D. Mas nas principais nações desenvolvidas da Europa, nos EUA, Japão, outros países da OCDE e em algumas economias em desenvolvimento (como Brasil, Índia e China) já é possível encontrá-los (vide estudos da OCDE, 2005a; 2005b; 2005c; 2010).

No mesmo sentido defendemos que é necessário levar em consideração que não apenas as atividades em que gastos são direcionados para novas pesquisas ou desenvolvimento realizados em um laboratório podem resultar em inovações diferenciadas. Existem diversas maneiras de se obter uma inovação que não seja através da P&D, como também é possível que os esforços designados por uma empresa não resultem em inovação radical, nos termos de Schumpeter (1939)⁶, mas numa inovação mais simples que dê resultados tão favoráveis e pioneiros quanto qualquer outra forma de inovar.

Para ilustrar nossa preocupação em defender que a inovação pode ter diferentes origens além da P&D formal, apresentamos na sequência uma tabela com o *rank* de empresas que mais realizam dispêndios com atividades de P&D no mundo. Na sequência, em paralelo, colocamos outra tabela com o *rank* de empresas que são consideradas as mais inovadoras do mundo. Esta comparação nos permite enxergar claramente que inovação não é sinônimo de gastos em P&D.

⁶ Nas palavras do autor: “Imporemos uma restrição sobre o nosso conceito de inovação e daqui por diante entendemos por inovação *uma mudança em uma função de produção que é de primeira e não de segunda ou ainda menor ordem de magnitude*. Uma série de proposições que se encontram neste livro é verdadeira apenas a respeito de inovações neste sentido restrito” (SCHUMPETER, 1939, p. 94, *itálicos no original*).

Tabela 2.1: Empresas que mais investem em P&D do mundo (2009)

Empresa	Rank dos maiores dispêndios em P&D	Gastos em P&D (2009 - US\$ milhões)	P&D / Vendas (%)	Área de atuação
Roche Holding	1	9,1	20,1	Farmacêutica
Microsoft	2	9,0	15,4	Software e Internet
Nokia	3	8,2	14,4	Informática e Eletrônica
Toyota	4	7,8	3,8	Automobilística
Pfizer	5	7,7	15,5	Farmacêutica
Novartis	6	7,5	16,9	Farmacêutica
Johnson & Johnson	7	7,0	11,3	Farmacêutica
Sanofi-Aventis	8	6,4	15,6	Farmacêutica
GlaxoSmithKline	9	6,2	13,9	Farmacêutica
Samsung	10	6,0	5,5	Informática e Eletrônica

Fonte: Booz & Company (2010).

Conforme disposto no Capítulo 1, há diversas outras formas de uma empresa inovar, as quais foram ampliadas com a ascensão do modelo de inovação aberta (em que uma firma pode fazer parcerias com indivíduos ou até mesmo outras empresas visando melhorar seu produto, ter acesso a um novo mercado, resolver problemas de cunho tecnológico, e assim por diante).

Uma empresa da área de saúde, a Roche Holding, é a que mais investe em P&D em relação a todas as demais empresas do mundo, destinando 20% do seu orçamento de vendas para essa atividade. A décima maior empresa em investimentos em P&D é a Samsung, da área de informática e eletrônica, que investe 5,5% do valor de suas vendas em P&D. Entretanto, todas as empresas que aparecem na tabela acima podem também realizar investimentos em outras áreas para obter inovações. Considerando que a inovação depende do conhecimento acumulado e das capacitações absorvidas pela empresa ao longo de sua existência (TEECE, 1986; NONAKA, 1991), podem existir outros fatores que levam a empresa a ser inovadora.

Como exemplo, apontamos abaixo os valores gastos em P&D de empresas de diferentes setores no intuito de mostrar que os maiores investimentos em P&D não necessariamente colocam a empresa como a maior inovadora. Isso significa que, concomitantemente às atividades de P&D, a empresa desenvolve outras práticas que a posiciona à frente de outras empresas inovadoras (comparando a Tabela 2.1 com a Tabela 2.2 fica evidente que as empresas que investem em outras atividades inovativas além da P&D formal se posicionam melhor entre as empresas mais inovadoras frente às empresas que mais investem em P&D no mundo).

Tabela 2.2: Maiores empresas inovadoras do mundo (2009)

Empresa	Rank das mais inovadoras	Rank dos maiores dispêndios em P&D	Gastos em P&D (2009 – US\$ bilhões)	Vendas (2009 – US\$ bilhões)	P&D / vendas (%)
Apple	1	81	1,3	42,9	3,1
Google	2	44	2,8	23,7	12
3M	3	84	1,3	23,1	5,6
GE	4	35	3,3	155,8	2,1
Toyota	5	4	7,8	204,4	3,8
Microsoft	6	2	9,0	59,4	15,4
P&G	7	58	2,0	79	2,6
IBM	8	12	5,8	95,8	6,1
Samsung	9	10	6,0	109,5	5,5
Intel	10	13	5,7	35,1	16,1

Fonte: Booz & Company (2010).

Para chegar ao *rank* das maiores empresas inovadoras foi feita uma pesquisa pela Booz & Company (2010) com mais de 400 empresas globais perguntando aos seus gerentes da área de inovação três nomes de empresas que considerava figurar entre as mais inovadoras do mundo. O resultado mostrou que apenas três empresas dentre as 10 maiores inovadoras aparecem também na lista das 10 maiores em investimento em P&D (Microsoft em segundo lugar; Toyota em quarto lugar, e Samsung em décimo lugar). Desse modo, vemos que o lócus da inovação está se movendo para além dos limites internos dos laboratórios de P&D das grandes empresas (CHESBROUGH, 2003), e passa a incluir outras atividades menos formais, mas que estão se mostrando grandes aliadas à atividade inovativa das empresas mais inovadoras.

Como Chesbrough (2003; 2006) observou, o sucesso das firmas líderes depende não somente dos esforços de P&D interno, mas também da transformação de idéias externas em negócios lucrativos para a corporação. Ilustrando essa afirmação, a empresa Procter & Gamble é uma referência em saber utilizar conhecimentos externos a seu favor. Mais de 50% dos produtos dessa empresa possuem algum componente de inovação desenvolvido externamente, com a contribuição de parceiros virtuais⁷. Para tanto, a companhia possui um programa chamado *Connect & Develop* – nos moldes de um programa de inovação aberta –, no qual mantém uma plataforma online aberta a profissionais do mundo inteiro que desejam colaborar com o

⁷ Informações obtidas do site da P&G: http://www.pg.com/pt_BR/innovations/index.html.

desenvolvimento de um produto, uma tecnologia ou um serviço⁸. A contrapartida oferecida pela P&G é uma remuneração ao colaborador toda vez que a sugestão for utilizada.

Para Freeman e Soete (1997) grandes firmas inovam mais, porém muitas das inovações importantes foram realizadas por empresas menores (e com gastos em P&D relativamente menores). Atualmente, em especial nos Estados Unidos, muitas inovações são realizadas por empresas *start-ups*, *spin-offs* e companhias de capital de risco (*venture capital*) que ao lançarem seu produto inovador, chamam atenção das grandes corporações que acabam comprando a ideia ou a própria empresa e, também, através de colaboração assídua com as universidades, institutos de pesquisa públicos e fornecedores.

Outro fator que estimula a inovação via atividades mais simples é a crescente mobilidade dos trabalhadores qualificados (CHESBROUGH, 2003). Quando estão em uma empresa, esses trabalhadores absorvem conhecimentos e rotinas de trabalho que são somados à sua capacitação prévia. Ao transitarem de uma empresa a outra eles acabam levando consigo esse conhecimento acumulado e o colocam em prática na sua nova organização. Além disso, alguns trabalhadores optam por lançar seu próprio negócio (uma *start-up*) a partir de uma ideia que melhore ou mesmo substitua um procedimento que realizava por outro mais eficiente.

E ainda, todo o potencial de realizar inovações com a participação de agentes externos só cresce. Atualmente, segundo Chesbrough (2003), o conhecimento externo e de boa qualidade está amplamente distribuído em universidades, fornecedores, clientes, empresas de capital de risco, *start-ups*, consultorias especializadas e parceiros estratégicos. “Na universidade de Stanford e no Instituto Tecnológico de Massachusetts, por exemplo, mais da metade dos cientistas e engenheiros com pós-doutorado são de fora dos Estados Unidos” (CHESBROUGH, 2003, p. 49). Além disso, a empresa Merck, por exemplo, uma das maiores farmacêuticas do mundo, afirmou em seu relatório anual de 2000 que realizou 1% da pesquisa biomédica do planeta e que para capturar os 99% restantes ela terá que aproximar-se de universidades, institutos de pesquisas e parceiros. Para Chesbrough (2003),

a cascata de conhecimentos resultantes da biotecnologia e da decifração do genoma humano – para citar apenas dois desenvolvimentos recentes – é muito complexa para qualquer empresa lidar sozinha (CHESBROUGH, 2003, p. 53).

⁸ Para maiores informações consultar: www.pgconnectdevelop.com.

Por isso, cada vez mais as empresas buscam trabalhar em conjunto com agentes internos ou externos à sua cadeia produtiva para poder acompanhar o desenvolvimento da ciência e de novas tecnologias, sem necessariamente atuar diretamente nas novas descobertas.

Além dessas visões, os trabalhos de Rosenberg (1976; 1975; 1979) são seminais ao defender a difusão como uma fonte de informação para a inovação. Para ele, uma inovação não se conclui quando é lançada no mercado. Existem diversas pequenas melhorias marginais tão importantes quanto as grandes inovações que elevam a produtividade e o desempenho dos insumos e, por isso, causam avanços contínuos nos mecanismos existentes. Do ponto de vista econômico, as inovações importam somente quando ganham dimensão através de sua difusão e ampla utilização. Desta forma, a difusão é tão importante quanto a inovação. Ademais, durante o processo de difusão ocorrem pequenos incrementos e melhoramentos – inovações incrementais – que acumulados ao longo do tempo, geram um impacto substantivo na produtividade (ROSENBERG, 1976; 1975). Às vezes, esses melhoramentos que ocorrem durante a difusão são até mais importantes que a própria inovação inicial.

Somado a isso, as invenções não emergem isoladas no sistema. Elas dependem de outras tecnologias para funcionarem adequadamente ou para ampliar seu potencial econômico, ou seja, dependem de tecnologias complementares. O exemplo clássico de Rosenberg (1982) são as ferrovias, as quais foram se alastrando no mesmo ritmo das melhorias em tecnologias complementares específicas, como a substituição dos trilhos de ferro pelos de aço (que possuem vida útil 10 vezes superior e suportam mais carga), o surgimento dos engates automáticos entre os vagões, os freios a ar e a ampliação da capacidade dos vagões.

Nessa visão, o progresso técnico constitui-se “de um contínuo acúmulo de inúmeros pequenos melhoramentos e modificações com somente muito raras inovações de grande porte” (ROSENBERG, 1982, p.106). Conforme defenderam Kline e Rosenberg (1986, p.275), a tecnologia não é um processo isolado, seu avanço inclui não só a técnica de produção como também a sua aplicação propriamente dita na produção, assim a tecnologia pode ser aprimorada a partir de orientações originadas no decorrer da aplicação. Para Freeman (1987), existe um longo caminho para um artefato adquirir superioridade econômica, o que é alcançado com a difusão, oriunda da experiência adquirida pelos usuários e na competição entre os fornecedores.

Aqui, mais uma vez o aprendizado e o conhecimento ganham força no debate, uma vez que são cruciais para que a difusão de um produto ocorra e promova um aperfeiçoamento

contínuo da tecnologia. Portanto, assim como a inovação, o aprendizado está ligado à solução de problemas e possui um caráter eminentemente cumulativo, isto é, quanto mais se aprende mais a firma está apta a aprender e “mais eficiente ela vai gerenciando seu próprio processo de aprendizado” (QUEIROZ, 2006, p. 197).

Dosi, Pavitt e Soete (1990) também acreditam que a rigor, a mudança tecnológica é resultado dos processos de inovação, imitação e difusão. Para os autores, a difusão pode ser considerada um mecanismo de convergência, que ao contrário das inovações, não criam assimetrias entre os usuários, mas aproximam os usuários da mudança técnica ocorrida. De acordo com Dosi, Pavitt e Soete (1990, p. 119), “a difusão implicará um processo de aprendizagem, modificação da organização existente da produção e, frequentemente, mesmo uma modificação dos produtos”.

Ao valorizar o processo de difusão tecnológica percebe-se que as inovações não acabam no momento em que uma tecnologia é patenteada ou quando ocorrem grandes saltos tecnológicos. O visível aumento de produtividade não explicado por essas inovações radicais podem ser esclarecidos por uma porção elevada de pequenos melhoramentos cumulativos que não são visíveis ao observador comum e, muitas vezes, nem a um especialista da tecnologia. Paralelamente, as invenções não emergem isoladas no sistema. Elas dependem de outras tecnologias para possuírem valor econômico; dependem de tecnologias complementares. É muito difícil medir esses pequenos aprimoramentos e o retorno social das complementaridades entre as tecnologias, bem como o benefício de uma tecnologia isolada (ROSENBERG, 1982).

Em resumo, frente a um modelo antigo de inovação restrita ao laboratório, onde o conhecimento útil é escasso e permanece interno às fronteiras da firma detentora, devemos reconhecer que atualmente o conhecimento de alta qualidade está amplamente distribuído, o que conduz até as mais capazes e sofisticadas organizações de P&D a conectar-se com fontes externas de conhecimentos (CHESBROUGH, 2006). Por isso, medidas clássicas de intensidade tecnológica precisam ser revistas e aprimoradas para capturar essas mudanças no cenário das inovações.

2.4 O método da OCDE para classificação de indústrias por intensidade tecnológica

Como já salientado, existem algumas dificuldades em se medir a intensidade tecnológica dos setores industriais. Algumas classificações foram propostas para tentar minimizar os pontos que cada uma não consegue capturar. Para este trabalho, optamos por escolher uma classificação que fosse amplamente aceita e tivesse comparabilidade internacional. A própria OCDE (2005c) reconhece as dificuldades em estabelecer um padrão para as classificações:

A primeira refere-se ao critério para identificar o conteúdo tecnológico de uma indústria. A segunda diz respeito ao próprio conceito. O que é uma indústria de alta tecnologia: ela é uma produtora ou usuária intensiva de tecnologia? O terceiro problema é que existe sempre algum grau de arbitrariedade do pesquisador em escolher os pontos de corte entre as classes tecnológicas. (OCDE, 2005c, p. 167)

A Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) brasileira é um exemplo de *survey* que começou a ser desenvolvido em alguns países, mais constantemente a partir dos anos 1990, a fim de levantar informações quantitativas sobre as atividades inovativas empreendidas pelas empresas. Esse tipo de pesquisa abarca não apenas os dispêndios em P&D, mas também atividades rotineiras que interferem e direcionam a estratégia de inovação das empresas. Embora essas pesquisas venham sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas, os dados ainda não são homogêneos entre diferentes países, ou mesmo não há séries longas que permitam a tabulação dos dados visando criar uma taxonomia, e por isso existem empecilhos para a mensuração e comparação das atividades inovativas informais.

Deparando-se com a dificuldade em encontrar uma classificação tecnológica que levasse em consideração todos os tipos de atividades inovativas, optamos por utilizar a classificação setorial mais conhecida e padronizada mundialmente, porém, que se baseia na P&D para ordenar os setores industriais: a classificação industrial da OCDE por intensidade tecnológica. Para conseguir introduzir o impacto das demais atividades inovativas – e assim continuar na linha de raciocínio que defende que o progresso tecnológico dos setores está ligado ao desenvolvimento de outras atividades inovativas juntamente com a P&D – aproveitaremos esta classificação e os resultados encontrados na PINTEC (2010) para notar as diferenças que as demais atividades podem causar na ordenação dos setores. Essa comparação será feita mais adiante, no decorrer do Capítulo 3. Na sequência vamos detalhar a classificação industrial que será utilizada, uma vez

que para trabalhar com qualquer tipo de classificação é preciso antes conhecer suas deficiências, para assim entender sobre o que exatamente estamos tratando.

Portanto, em seguida iremos apontar qual é a metodologia que a OCDE utilizou para chegar a essa classificação setorial, e apesar da praticidade operacional dessa classificação ser um dos motivos de sua extensa aceitação e adoção, mostrar quais os pontos são mais recorrentemente questionados a seu respeito.

A classificação industrial da OCDE por intensidade tecnológica está estruturada em quatro grupos tecnológicos: baixa, média-baixa, média-alta e alta tecnologia. A disposição dos setores industriais em cada nível tecnológico está baseada em uma média dos “dispêndios em P&D como percentual do valor da produção” (OCDE, 2005b, p. 219) para doze países representativos da OCDE: Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Itália, Canadá (representantes do G-7), Dinamarca, Finlândia, Irlanda, Espanha e Suécia. O indicador de intensidade tecnológica é uma média ponderada dos gastos em P&D de cada setor levando em conta sua participação na produção desses países⁹. A pesquisa é frequentemente revista para acompanhar as mudanças ocorridas nos países que compõem a amostra e, em 2003 foi realizada a última atualização, cobrindo o período de 1991 a 1999 (OCDE, 2005b, p. 19).

A classificação foi feita utilizando a nomenclatura ISIC Rev. 3 – *International Standard Industrial Classification Review 3* – e considera toda a indústria de transformação (ou indústria manufatureira). Esta classificação possui equivalência brasileira com a CNAE 1.0 – Classificação Nacional de Atividade Econômica Versão 1.0. Os setores não englobados na divisão são: agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal; pesca; indústria extrativa; produção e distribuição de eletricidade, água e gás; construção; e serviços. Via de regra, os setores ausentes da classificação são considerados pouco dinâmicos em termos tecnológicos, apesar de autores como Hatzichronoglou (1997) e Castellacci (2008) reconhecerem que alguns segmentos de serviços – especialmente aqueles ligados as tecnologias da comunicação e informação – estão deixando de ser apenas usuários para se tornarem, crescentemente, produtores notáveis de tecnologias avançadas, como por exemplo, serviços de software; P&D; engenharia; atividades computacionais; serviços de telecomunicações e baseados na internet.

Para agregação, os setores industriais foram hierarquizados, do maior para o menor, de acordo com o resultado de sua intensidade em P&D. Os setores de maior intensidade tecnológica

⁹ Os valores envolvidos estão ajustados pela paridade poder de compra (PPP).

foram alocados nos estratos tecnológicos superiores – isto é, alta e média-alta tecnologia. Inversamente, os setores industriais que apresentaram os menores índices foram alocados nos grupos tecnológicos inferiores – média-baixa e baixa tecnologia.

Dessa forma, a classificação dos setores industriais por intensidade tecnológica segundo o método da OCDE é a apresentada na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Classificação setorial por intensidade tecnológica da OCDE

Nomenclatura das Atividades Industriais	ISIC Rev. 3	Intensidade média
INDÚSTRIAS DE ALTA TECNOLOGIA		6,3
Aeronáutica e aeroespacial	353	13,3
Farmacêutica	2423	10,5
Material de escritório e informática	30	9,2
Equipamentos de rádio, TV e comunicação	32	8,0
Instrumentos médicos de ótica e precisão	33	7,7
INDÚSTRIAS DE MÉDIA-ALTA TECNOLOGIA		3,0
Máquinas e equipamentos elétricos n. e.	31	3,9
Veículos automotores, reboques e semi-reboques	34	3,5
Produtos químicos, excl. farmacêuticos	24 excl. 2423	3,1
Equipamentos para ferrovia e material de transporte n. e.	352+359	2,9
Máquinas e equipamentos mecânicos n. e.	29	2,1
INDÚSTRIAS DE MÉDIA-BAIXA TECNOLOGIA		0,8
Construção e reparação naval	351	1
Borracha e produtos plásticos	25	0,9
Produtos de petróleo refinado e outros combustíveis	23	0,9
Outros produtos minerais não-metálicos	26	0,9
Produtos metálicos	27-28	0,6
INDÚSTRIAS DE BAIXA TECNOLOGIA		0,3
Produtos manufaturados n. e. e bens reciclados	36-37	0,5
Madeira e seus produtos, papel e celulose	20-22	0,3
Alimentos, bebidas e tabaco	15-16	0,3
Têxteis, couro e calçados	17-19	0,3

Fonte: OCDE (2005c). * n. e. = não especificados.

Até meados dos anos 1990 calculava-se a intensidade tecnológica através de três indicadores que refletiam, em distintos graus, alguns aspectos dos produtores e usuários de tecnologia. Os indicadores são: i) gastos em P&D em relação ao valor adicionado; ii) gastos em P&D sobre o valor da produção e; iii) gastos totais em P&D, representados pela soma dos percentuais de gastos em P&D sobre o valor da produção (gastos diretos) e de gastos com

tecnologia incorporada nos bens de investimento e intermediários domésticos e importados sobre o valor da produção (gastos indiretos). Para detalhes da construção deste indicador veja Hatzichronoglou (1997, p. 05 e 12-13). Naquele período as indústrias eram ordenadas pelo terceiro indicador. Devido a ausência de dados atualizados de matrizes insumo-produto necessários para estimar os gastos indiretos em P&D – uma *proxy* da tecnologia incorporada nos bens – somente os dois primeiros indicadores foram calculados nas atualizações recentes da classificação. Desta forma, o *rank* final das indústrias por intensidade tecnológica só considerou o primeiro indicador. Na verdade, os resultados são muito semelhantes para os dois primeiros indicadores e, além disso, o segundo indicador foi importante para verificar a estabilidade temporal no estabelecimento dos pontos de corte entre os quatro grupos tecnológicos. A ausência do terceiro indicador é muito relevante qualitativamente, no entanto, ele não alteraria a composição dos grupos tecnológicos, embora modificasse o *rank*. Isso porque, via de regra, as indústrias produtoras de tecnologias são também usuárias delas – ou seja, existe uma forte correlação entre intensidade direta (produtores de tecnologia) e intensidade indireta (usuários de tecnologia) (OCDE, 2005b, p. 219; HATZICHRONOGLOU, 1997, p. 05 e OCDE, 2005c, p. 167-168).

Dentre as questões apontadas como carências dessa metodologia, uma questão importante é a determinação dos pontos de corte entre os níveis tecnológicos, pois eles podem alterar a fotografia da configuração industrial dos países. Uma dificuldade envolvida na classificação das indústrias pertencentes ao grupo de baixa tecnologia é a ausência de dados mais detalhados (acima de 2 dígitos da ISIC) para a maioria dos países da amostra. Nesse sentido, podem existir nichos mais intensivos em tecnologia dentro desses agregados industriais.

Ademais, os pontos de corte carregam uma inércia temporal tanto por país quanto para a média de toda a amostra, isto é, indústrias classificadas nas categorias superiores têm uma maior intensidade tecnológica ao longo dos anos em relação às indústrias classificadas nas categorias inferiores, portanto, só é possível mudar de nível tecnológico no longo prazo.

Alguns autores dizem que o critério utilizado na sua metodologia é muito simples e exclui diversas atividades que não são computadas na rubrica dos gastos com P&D. Por exemplo, para Freeman e Soete (2009), há uma simplificação da complexidade da atividade inovativa, já que a inovação envolve outras atividades além das inversões em P&D. Todavia, não nos estenderemos sobre esse tema, uma vez que ele já foi exaustivamente detalhado nas seções prévias deste segundo capítulo.

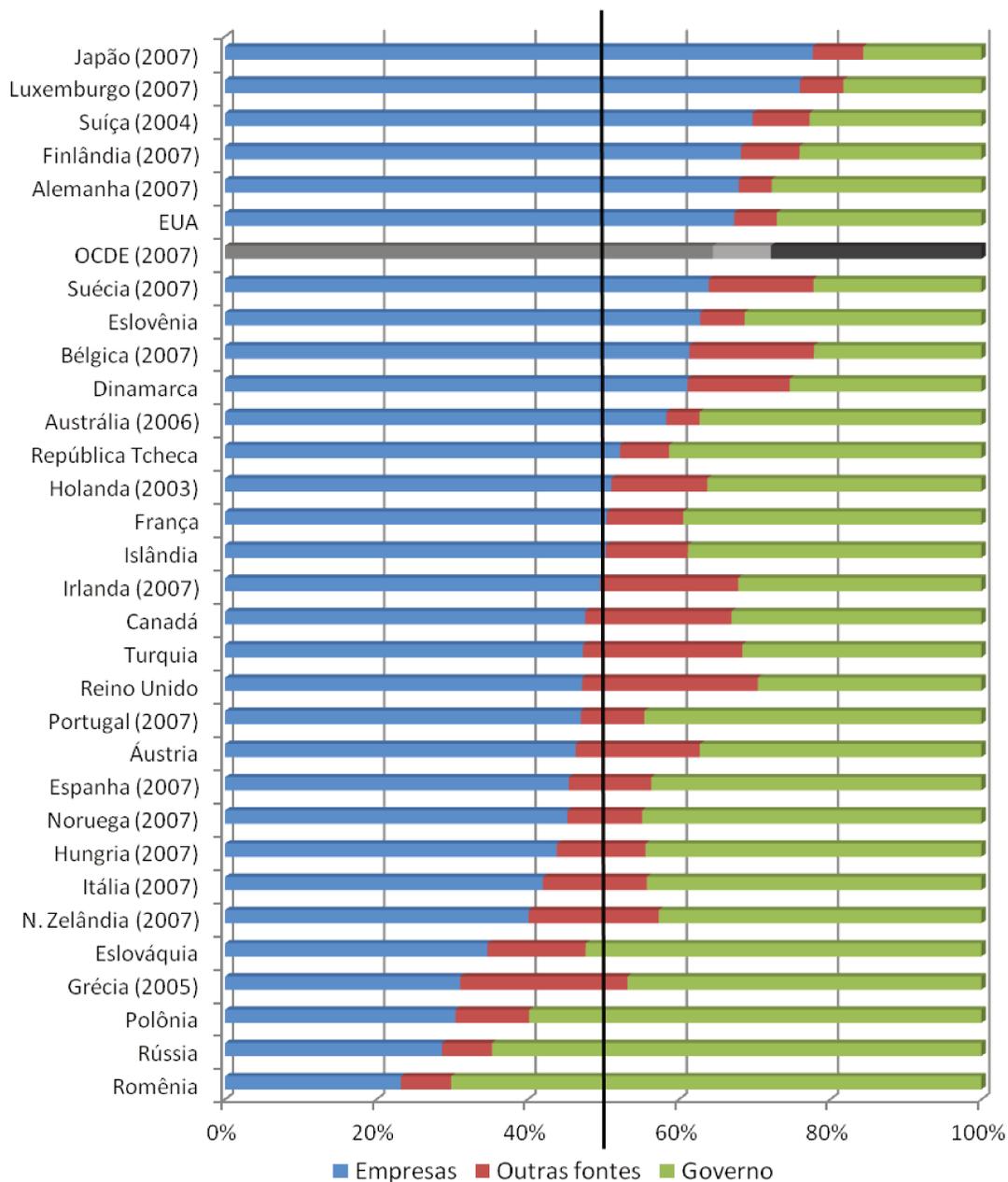
Outro ponto que é alvo de críticas é a forma com que a classificação é estabelecida metodologicamente, já que a OCDE se baseia na média de investimento em P&D de países desenvolvidos que possuem renda elevada, gastos privados em P&D que excedem os gastos públicos nessa área, grandes empresas globais (com sede nesses países), entre outras características, o que em geral não coincide com a realidade de países em desenvolvimento, como o Brasil. De acordo com Furtado e Carvalho (2005, p. 73), a intensidade em P&D de um país desenvolvido retrata a velocidade com que a fronteira tecnológica avança, por outro lado, para os países em desenvolvimento ela aponta a direção dos esforços para realizar a transferência internacional de tecnologia. Deste modo, a intensidade tecnológica tem diferentes interpretações de acordo com o país que está sendo tratado.

O Gráfico 2.1 mostra um indicador que, em geral, apresenta características diferentes para países em desenvolvimento e países desenvolvidos: a fonte de financiamento da P&D, subdividida entre financiamento de empresas privadas, gastos do Governo e outras fontes de financiamento. Quando observamos as fontes de financiamento da P&D dos Estados Unidos em 2008 é possível ver que 67,3% foram financiados por empresas privadas, e apenas 27% pelo governo (restando ainda 6,7% para outras fontes de financiamento). Esse padrão se confirma para os demais países da OCDE que possuem renda elevada, como Alemanha, França, Suécia e Japão. Em relação aos países membros da OCDE que possuem rendas mais compatíveis com o nível brasileiro, há uma inversão nas fontes de financiamento mais representativas, em casos como o da Rússia, o Governo aparece como fonte principal de investimentos em P&D, somando 64,7%, e

na Itália esse percentual se eleva, mas não ultrapassa a metade dos financiamentos (somando 44,3% da origem do financiamento).

Na média dos países membros da OCDE, 64,5% da P&D é financiada por fontes privadas, enquanto 27,8% correspondem a dispêndios realizados pelo Governo e outros 7,7% de fontes diversas. A China, que vem apresentando crescentes gastos em P&D – e ainda a taxas elevadas – é um caso a parte, uma vez que ela apresenta o perfil de países desenvolvidos, pois 70,4% dos seus investimentos são realizados por empresas privadas, frente a 24,6% de financiamento por parte do Governo (OCDE, 2010, p. 31-32). Essa é uma das características que compõem a grande variabilidade de comportamento entre países com diferentes níveis de desenvolvimento.

Gráfico 2.1: Fontes de financiamento da P&D nos países membros da OCDE (2008 ou ano mais recente)



Fonte: OCDE (2010).

Para elaborar a classificação, a OCDE computou os dispêndios em P&D dos 12 países, utilizando na atualização mais recentes os dados para o ano de 1999. Entretanto, o comportamento de alguns países foge à média apresentada pelo grupo (FURTADO e CARVALHO, 2005, p. 73) – não só em relação à inovação, mas como em qualquer indicador.

Como podemos ver na Tabela 2.3 logo abaixo, os dados ficam muito concentrados nos valores apresentados pelos três primeiros países da amostra, sendo que EUA, Japão e Alemanha equivalem a 79,4% dos gastos em P&D do total das doze economias selecionadas. Se considerarmos a Tríade formada por EUA, Japão e Europa, cada um deles representa 44,2%, 24,1% e 29,8%, respectivamente (desse grupo das doze economias da OCDE, apenas o Canadá não está incluído na Tríade, o qual possui participação de 1,9% do total). Isso mostra que a estrutura da classificação da OCDE reflete praticamente a estrutura de gastos em P&D dos três principais países, já que nenhum dos outros nove possui individualmente participação acima de 6% nesse tipo de investimento (e somam juntos apenas 20,6% do total do grupo).

Tabela 2.4: Gastos em P&D na indústria de transformação para os 12 países da classificação da OCDE em 1999 (em PPP US\$ milhões a preços correntes)*

País	Gastos em P&D na indústria de transformação	% em relação ao total dos 12 países	Acumulado
EUA	159.001	44,2%	44,2%
Japão	86.858	24,1%	68,3%
Alemanha	39.824	11,1%	79,4%
França	21.021	5,8%	85,2%
Reino Unido	16.304	4,5%	89,7%
Suécia	10.510	2,9%	92,6%
Canadá	6.919	1,9%	94,6%
Itália	6.476	1,8%	96,4%
Espanha	4.602	1,3%	97,6%
Dinamarca	4.419	1,2%	98,9%
Finlândia	3.185	0,9%	99,8%
Irlanda	872	0,2%	100,0%
TOTAL	359.991	100%	100%

Fonte: OCDE StatExtracts.

*Dinamarca e Suécia: dados da UNESCO para a economia total.

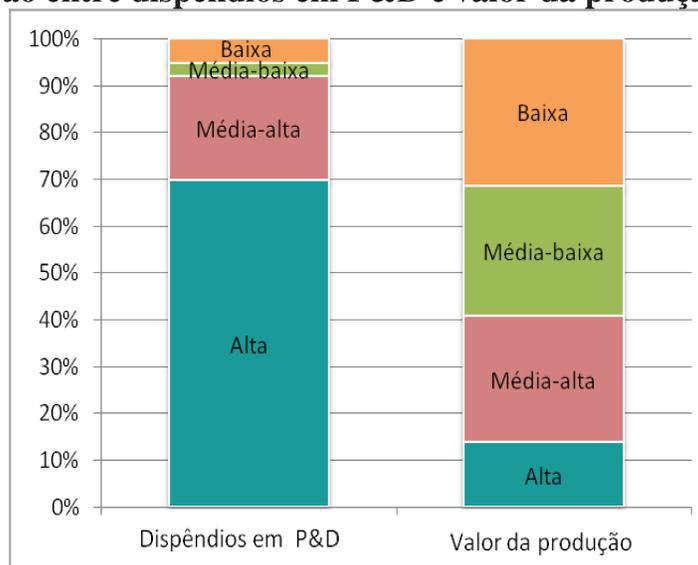
Além da composição dos gastos em P&D desse grupo de doze países concentrar-se em três economias, vemos que também há diferenças notórias entre os próprios países que compõem a amostra. Essa discrepância se amplia quando observamos o total de economias da OCDE. Para o ano de 2008, a média da intensidade em P&D da OCDE como um todo foi de 1,63%, porém enquanto países como Suécia, Finlândia e Japão (os três primeiros com as maiores taxas), apresentavam percentuais acima de 2,5% de dispêndios em P&D em relação ao seu PIB – respectivamente, 2,78%, 2,77% e 2,69% – outros países como Grécia, Romênia e Polônia

apresentam percentuais de investimento em P&D que não ultrapassam 0,2% do seu PIB – representando 0,16%, 0,17% e 0,19%, respectivamente (OCDE, 2010, p. 27).

Observando a estrutura dos países da OCDE por dispêndios em P&D, nota-se que ela também se concentra em setores industriais de maior conteúdo tecnológico, que exigem maiores investimentos diretos em P&D em relação a outras formas de atividade inovativa. No caso específico dos EUA, que está representado no Gráfico 2.2 logo abaixo, vemos que em 2007 (dados mais recentes que continham todos os setores industriais) a concentração da P&D se dá essencialmente nos setores de maior intensidade tecnológica – alta e média-alta tecnologia – que somam mais de 90% do total dos dispêndios do país nessa atividade. Para os grupos de menor intensidade tecnológica – que são baixa e média-baixa tecnologia – restam apenas 8,1% do total.

Embora haja uma concentração visível em relação aos gastos com P&D, a estrutura produtiva revela outro aspecto dos EUA. Neste caso, os segmentos de menor intensidade aparecem com participação não desprezível, pelo contrário, a soma dos segmentos de baixa e média-baixa tecnologia representa aproximadamente 60% do valor da produção norte-americana, enquanto a alta tecnologia – segmento a que se destina quase 70% dos gastos em P&D do país – possui 13,8% de representatividade na composição do valor da produção norte-americana.

Gráfico 2.2: Relação entre dispêndios em P&D e valor da produção nos EUA (2007)



Fonte: OCDE StatExtracts. Elaboração própria.

Desta forma vemos que embora os EUA possuam um elevado dispêndio em atividades de P&D nos setores mais dinâmicos tecnologicamente, a produção deles se concentra nos segmentos menos dinâmicos. Podemos inferir que os produtos de baixa e média-baixa tecnologia não

exigem grandes gastos em P&D para apresentarem elevados níveis de produção, ao contrário do que ocorre com os segmentos de alta e média-alta tecnologia.

Esses dados nos ajudam a explicar que alguns setores – essencialmente, os de alta tecnologia – necessitam de maiores gastos com P&D em relação a outros, menos dinâmicos. Isso pode decorrer tanto em função da mudança tecnológica ser mais lenta como pela menor leque de formas de inovação, uma vez que as modificações em um produto como carne *in natura* são bem inferiores frente as que podemos pensar em um computador, por exemplo.

Desta forma podemos inferir que os setores de menor intensidade tecnológica são os que demandam poucos gastos em P&D formal em comparação com os setores de maior intensidade – e por isso são classificados neste grupo –, mas também pode nos indicar que as atividades de P&D não são as mais importantes para a inovação nesses segmentos mais simples tecnologicamente. Quanto à estrutura produtiva, em geral, para os países desenvolvidos ela é muito mais diversificada que a dos países em desenvolvimento, abrangendo a produção de bens de menor intensidade tecnológica, porém muito necessários para o país (tanto em termos da balança comercial, como os insumos básicos da indústria – aço, por exemplo – quanto para a demanda da população – principalmente os alimentos). Portanto, podemos concluir que países desenvolvidos como os EUA destinam recursos para serem investidos em P&D nos setores mais dinâmicos, mas em geral, esses setores não são os mais representativos em termos de valor da produção do país.

Quando observamos os setores da classificação, notamos que eles são bastante agregados (não são dados a três dígitos da ISIC), podendo coexistir segmentos industriais dentro dos setores de alta (baixa) tecnologia com baixo (alto) dinamismo tecnológico. Por exemplo, o setor químico está classificado no grupo de média-alta tecnologia, mas inclui produtos que demandam diferentes níveis de investimento em P&D. Dois casos contrastantes podem ser destacados: dentre os produtos químicos orgânicos, os gases industriais, que não demandam grandes gastos em P&D para produção e distribuição ao consumidor final. Por outro lado, os plásticos de engenharia exigem um nível de conhecimento tecnológico elevado para sua produção e demandam altos gastos em P&D para seu aperfeiçoamento e novas descobertas visando atender a demandas específicas de clientes. Contudo, essa diferença não pode ser computada nos setores industriais, já que eles estão todos agregados na classificação da OCDE.

Se por um lado, ao levantar algumas críticas em relação à classificação industrial por intensidade tecnológica passamos a conhecê-la melhor, por outro lado, notamos a árdua tarefa que é consolidar uma classificação que esteja livre de problemas de mensuração ou de escolhas compulsórias e necessárias que podem restringir a abrangência da análise.

Como exemplo alternativo, podemos citar também a classificação industrial proposta por Pavitt (1984), que mostra que alguns setores dependem muito mais e outros muito menos da P&D para inovar, o que leva a diferenças setoriais substancialmente marcantes com respeito à inovação. Esta taxonomia também possui suas limitações, mas nem por isso deixa de ser aplicada e replicada em muitos estudos.

De acordo com a taxonomia de Pavitt (1984), existem os setores intensivos em ciência, que são aqueles que demandam novos desenvolvimentos e aprimoramentos na tecnologia de que faz uso. Exemplos desse primeiro grupo são os setores químico e eletrônico. Esses são os setores que mais dependem da P&D para inovar frente a outros setores classificados como dominados por fornecedores, os quais absorvem a inovação oriunda dos seus fornecedores de insumos e equipamentos e não fazem atividades internas de P&D, apropriando-se muito mais das oportunidades oriundas de novos *designs*, capacitação de profissionais, marcas e propaganda. Aqui temos como exemplo as indústrias têxteis, couro e calçados, e papel e celulose. Há ainda o grupo intensivo em escala, que está focado no aprimoramento e inovações de processo para otimizar sua escala produtiva e obter ganhos desta forma, já que seus produtos são relativamente padronizados, por exemplo, os setores de alimentos e automotivo. A última categoria proposta por Pavitt (1984)¹⁰ é a de fornecedores especializados, que geram inovações de produto que serão utilizadas em outros setores industriais, e, portanto também conferem importância elevada para a P&D, tendo como exemplo mais evidente o setor de máquinas e equipamentos.

Desta forma, entendemos que existem limitações ao utilizar esta ou qualquer outra classificação industrial. Como dissemos no início deste capítulo, existem diversas classificações industriais, mas todas elas apresentam suas falhas e incongruências tanto quanto seus pontos favoráveis. O que defendemos é que é preciso conhecer e destacar esses pontos antes de optar por uma classificação e utilizá-la numa análise industrial.

¹⁰ Do mesmo modo que a classificação da OCDE utilizou uma amostra de países para generalizar seus resultados, o trabalho de Pavitt (1984) se baseou na economia inglesa da década de 1980 para chegar a esta taxonomia, e por isso também podem ser encontradas as mesmas deficiências apontadas para a classificação da OCDE quanto a sua metodologia.

Como em qualquer metodologia, a classificação da OCDE tem problemas e limitações, que foram apontados acima. Entretanto, tendo em vista os objetivos desta dissertação, é necessário complementar sua metodologia com dados sobre outras atividades inovativas consideradas informais, revelando se há mudanças específicas para o caso brasileiro no posicionamento dos setores em relação ao potencial inovativo. O tratamento dos dados será detalhado no Capítulo 3.

Assim, tendo em mente essas observações, buscaremos desenvolver o trabalho de forma a considerar as especificidades do caso brasileiro sempre que possível para explicar os resultados encontrados no terceiro capítulo.

2.5 Inovando por outros métodos: a interação universidade-empresa

Durante este trabalho destacamos que a inovação não se restringe aos investimentos em P&D. Pelo contrário, esse é apenas um dos fatores que podem levar a empresa a concretizar sua inovação, mas as atividades que levam a este fim incluem muitas outras. Pensando nisto, vamos observar a seguir como se caracterizam empresas que inovam a partir de outras formas, tendo como parâmetro as empresas que utilizaram a interação com universidade e institutos de pesquisa para auxiliar sua atividade inovativa.

Para ilustrar a atuação das empresas que interagem com universidades e institutos de pesquisa no Brasil, apresentaremos aqui os resultados da pesquisa intitulada Interações entre Universidades e Instituições de Pesquisa com Empresas Industriais no Brasil¹¹. Para tentar entender como se dá a mudança tecnológica a partir do relacionamento entre esses agentes, no âmbito desse projeto as empresas responderam a um questionário¹² que indagava como universidade e instituições de pesquisa contribuíram para a sua atividade inovativa.

A amostra de empresas às quais foi aplicado o questionário, que chamaremos de BRSurvey, foi selecionada a partir das informações dos grupos de pesquisa cadastrados no CNPq que declararam interagir com empresas. Como resultado foram obtidas respostas de um

¹¹ Projeto desenvolvido entre 2006 e 2012, de âmbito nacional, sob coordenação do professor Dr. Wilson Suzigan, com apoio da Fapesp e CNPq.

¹² Tanto as universidades e institutos de pesquisa como as empresas responderam ao questionário (específico a cada tipo de instituição), mas aqui apresentaremos apenas os resultados obtidos com as respostas das empresas.

grupo de 318 empresas industriais e de serviços instaladas no Brasil Nesta seção trataremos apenas as informações referentes a respostas de empresas do setor industrial. Os demais resultados encontrados (inclusive por regiões ou estados brasileiros) podem ser vistos em um livro que agrega diversos resultados deste projeto de pesquisa intitulado “Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil” (SUZIGAN, ALBUQUERQUE e CARIO, 2011). Para a análise, dividimos as empresas de acordo com o segmento de intensidade tecnológica ao qual ela pertence. Com isso, essa amostra contará com 48 empresas de alta tecnologia, 54 empresas de média-alta, 51 empresas de média-baixa e mais 51 empresas de baixa tecnologia, totalizando 204 empresas.

Os resultados apresentados a seguir mostram como as empresas podem inovar aproveitando-se de outras formas que vão além da P&D. Optamos por analisar o caso específico de inovação através da interação de empresas com universidades e/ou institutos de pesquisa (U-IP) porque através dela é possível adensar o conhecimento entre os agentes, capacitar ambas as partes para promover sua tecnologia, dar andamento a processos que estavam parados devido à falta de recursos ou a limitações técnicas, enfim, é uma forma de estimular um desenvolvimento conjunto dos atores que participam da interação. Além disso, a parceria entre esses agentes abre caminhos para alavancar o sistema nacional de inovação do país que, segundo Suzigan e Albuquerque (2011), pode ser considerado imaturo, já que as instituições que o compõem já existem, porém necessitam de maior integração entre seus elos.

Visando mostrar as características da inovação por meio da interação de empresas com U-IP apontaremos alguns aspectos dessas interações, tais como as fontes de informação utilizadas para inovar, se ajudaram a solucionar projetos que já estavam em andamento ou se deram ideias para novos projetos, qual a forma de contato estabelecida com a U-IP, entre outros.

2.5.1 As fontes do conhecimento para inovação de empresas interativas

Ao contrário do que os teóricos do modelo linear defendem, os resultados encontrados nesta pesquisa mostram que a grande maioria das inovações tem origem nas empresas – e não nas universidades, como o modelo sugere. As fontes de informação mais utilizadas para realizar a inovação são os clientes e a própria linha de produção da empresa. No total das empresas

analisadas, essas duas fontes de informação somam 47,3%, sendo o restante dividido entre outras 12 opções (descritas no Gráfico 2.3). As universidades e os institutos de pesquisa possuem um peso muito mais modesto, com apenas 15,2% das empresas indicando essa fonte de informação como mais relevante para concluir ou lançar novos projetos inovadores – desse percentual, 9,1 pontos percentuais referem-se às universidades e 6,1 pontos aos institutos de pesquisa.

Observando em conjunto os quatro gráficos, notamos que não há contratação de P&D de forma maciça, o que significa que essa atividade é realizada internamente ou por outras empresas do grupo, quando se trata de grupos multinacionais. Do mesmo modo, a contratação de consultorias tem a participação mais baixa, o que contraria muitos que acreditam que estas duas formas são as principais fontes utilizadas pelas empresas que buscam desenvolver atividades inovativas.

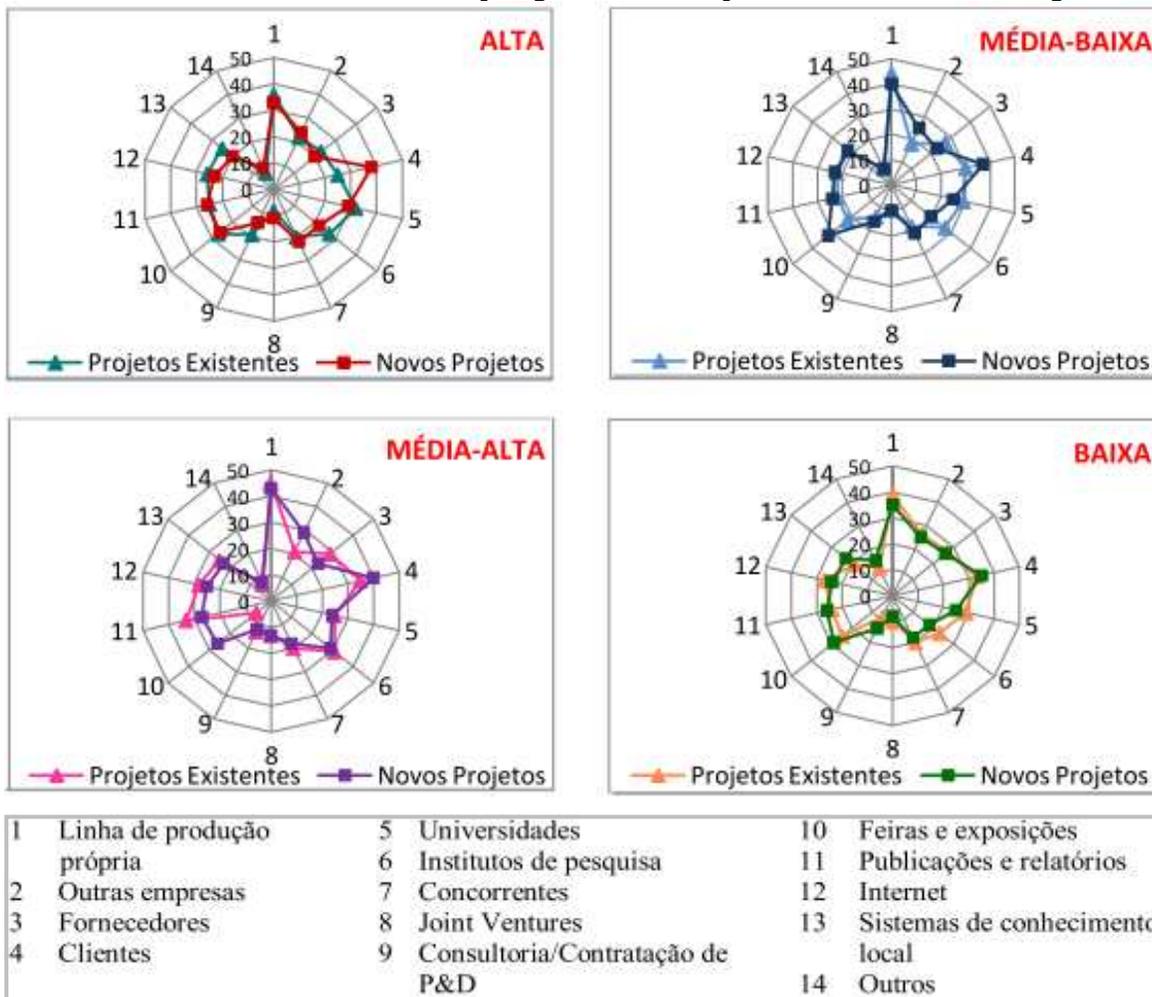
Por outro lado, o contato com as universidades é sempre maior que a busca por consultorias, o que desmistifica a ideia de que é através de consultorias que as universidades são utilizadas. O mesmo perfil é definido para os institutos de pesquisa, que também são bastante utilizados por todos os setores – embora com menor participação que as universidades –, reforçando o papel dos agentes que promovem a inovação no país.

A linha de produção própria, ao lado de clientes, são as fontes mais utilizadas por todas as empresas para realizarem atividades inovativas. Isso mostra como a inovação se desenvolve de forma endógena às empresas, e pode indicar que são atividades que geram predominantemente inovações incrementais (e não radicais), uma vez que a linha de produção própria é mais propícia a aprimoramentos do processo produtivo e de produtos, e não descobertas de novos produtos. Por sua vez, a proximidade com os clientes evidencia o fato de a inovação ser desenvolvida a partir das necessidades destes.

Considerando a divisão dessas empresas por intensidade tecnológica, a oscilação não é muito grande. Desse total de empresas (15,2%) que interagem com U-IP, 30,6% correspondem ao segmento de baixa tecnologia e 20,9% ao de alta tecnologia, sendo o restante dividido de maneira igual entre média-alta e média-baixa intensidade tecnológica. As demais fontes de informação que as empresas podem utilizar para desenvolver atividades inovativas estão descritas no gráfico a seguir, que diferenciam o papel de cada uma delas a partir da intensidade tecnológica dos setores industriais.

Observando as características de cada grupo, notamos algumas especificidades individuais. De acordo com Nelson, Cohen e Walsh (2002), há alguns setores em que as descobertas feitas pelas pesquisas acadêmicas são mais importantes, como química, extração e refino de petróleo, farmacêutica, semicondutores e tecnologias da informação e comunicação. Para Klevorick et al (1995), nos setores em que há formação de cadeias produtivas verticalizadas, o peso da P&D interna é muito maior que a aquisição de conhecimentos externos. Além disso, defendem que em setores mais padronizados e/ou de menor intensidade tecnológica, a inovação também pode se basear nos concorrentes e seus lançamentos no mercado.

Gráfico 2.3: Fontes de informação para a inovação (em número de empresas)



Fonte: BRSurvey - Elaboração Própria.

No questionário foi perguntado quais as principais fontes de informação em que a empresa se baseou para realizar suas atividades inovativas, sendo necessário apontar se favoreceram o surgimento de novos projetos ou se contribuíram para a conclusão de algum projeto já existente. Como resultado, encontramos que no grupo de indústrias de alta tecnologia os clientes são uma das fontes mais utilizadas principalmente para lançar novos projetos, por serem produtos muito especializados, que possuem exigências específicas feitas pelos próprios clientes. Nesse grupo é muito comum que haja proximidade entre produtor e usuário ou consumidor para troca de informações no intuito de produzir um produto que atenda às especificações feitas pelos clientes. Outro fato que reforça essa necessidade de aproximação é o encurtamento dos ciclos tecnológicos (que diminui o ciclo de vida do produto) e, em um mercado tão dinâmico, atender às expectativas dos clientes pode ser o diferencial frente aos demais concorrentes.

Vemos que nesse grupo de indústrias as universidades possuem papel de destaque, estando à frente da maioria das outras fontes de inovação, tanto para concluir projetos existentes como para auxiliar na elaboração de novos projetos. Quanto aos institutos de pesquisa, apenas no grupo de indústrias de média-alta tecnologia eles foram considerados fontes mais importantes que as universidades para o desenvolvimento dos projetos (incluindo os dois tipos, novos ou já existentes).

Observamos uma inversão na relevância das fontes de informação baseadas em outras empresas e em fornecedores, sendo que a primeira tem maior peso na elaboração de novos projetos, e a segunda na conclusão de atividades existentes. Isto pode ser justificado pela participação dos setores automobilístico e químico – que fazem parte desta classe de intensidade tecnológica –, os quais possuem complexas cadeias produtivas, e tanto os elos externos à cadeia (como os produtores de máquinas e equipamentos utilizados nas indústrias químicas de processo contínuo) quanto os seus próprios fornecedores (como os fornecedores de peças plásticas para automóveis¹³) interferem no processo inovativo desenvolvido aqui.

Já os dois grupos de indústrias de mais baixa intensidade tecnológica, que incluem as indústrias de média-baixa e baixa tecnologia, se diferenciam e inovam por se basearem de maneira mais intensa em feiras e exposições para lançar ou concluir projetos inovadores. Ambos

¹³ A substituição de peças de metal por material plástico permitiu uma grande redução de custo na indústria automobilística, tanto pelo preço do insumo que passa a ser utilizado quanto pela redução no peso do produto acabado, permitindo assim maior eficiência dos carros produzidos a partir de então.

os segmentos representam produtos mais padronizados, e por isso podem utilizar esta fonte de informação para traçar as tendências do setor e assim planejar sua estratégia inovativa. Além disso, como o grau de intensidade tecnológica desses produtos é baixo, é possível aprender a desenvolver melhorias nos produtos a partir de relações informais como essas, que não exigem um procedimento tecnológico complexo como ocorre no segmento de alta tecnologia (conforme vimos nas seções anteriores, o gasto com P&D formal é muito maior nas indústrias de alta tecnologia, enquanto nas de baixa tecnologia ele é bastante inferior para este tipo de atividade inovativa).

Para o grupo de indústrias de baixa intensidade tecnológica, a fonte de informações representada por “outras empresas” também aparece com alta relevância porque as empresas desse grupo demandam inovações de outros setores para inovarem no seu próprio produto. Este é o caso dos setores de alimentos ou têxtil, que utilizam as inovações advindas do setor químico, por exemplo, por meio de fertilizantes e tecidos sintéticos. Notamos também que neste grupo não há distinção entre as fontes de informação quando se trata de sugerir novos projetos ou de complementar aqueles já existentes. Isso pode ser explicado pelo baixo potencial de produzirem inovações radicais que transformem a dinâmica da produção em uma velocidade muito alta (ou seja, não há lançamento de novos produtos com muita frequência). Já os projetos existentes que precisam ser concluídos representam a maioria do esforço inovativo do setor.

2.5.2 Como ocorrem as interações: olhando o processo mais adentro

As empresas também responderam sobre quais as formas de interação que mais contribuíram para o seu processo inovativo, a partir do relacionamento com U-IP (considerado as duas instituições separadamente)¹⁴. Assim, somando todas as formas de interação analisadas, inferimos que as universidades são mais consultadas do que os institutos de pesquisa em todos os segmentos tecnológicos. Uma das razões é o foco dos institutos de pesquisa em uma especialidade, o que faz com que ele só atraia empresas ligadas ao seu ramo de atividade. Por exemplo, na cidade de São José dos Campos há o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA),

¹⁴ Foram descritas 15 formas de interação, das quais as empresas poderiam apontar mais de uma como importante para sua atividade inovativa. A mesma questão foi feita para universidade e para os institutos de pesquisa.

em Campinas há o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e o Centro de Tecnologia da Informação (CTI), e ainda distribuída por várias cidades brasileiras temos a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), sendo que cada localidade desenvolve pesquisas em uma área específica (no total são 47 áreas de pesquisa da Embrapa, subdivididas entre unidades centrais, ecorregionais, de produtos, de temas básicos e de serviços¹⁵). Desta forma, cada instituto desenvolve projetos específicos e possui uma área limitada de expansão de suas pesquisas. Por outro lado, isso favorece sua divulgação para as empresas, que sabem previamente quais instituições deve procurar para obter auxílio tecnológico.

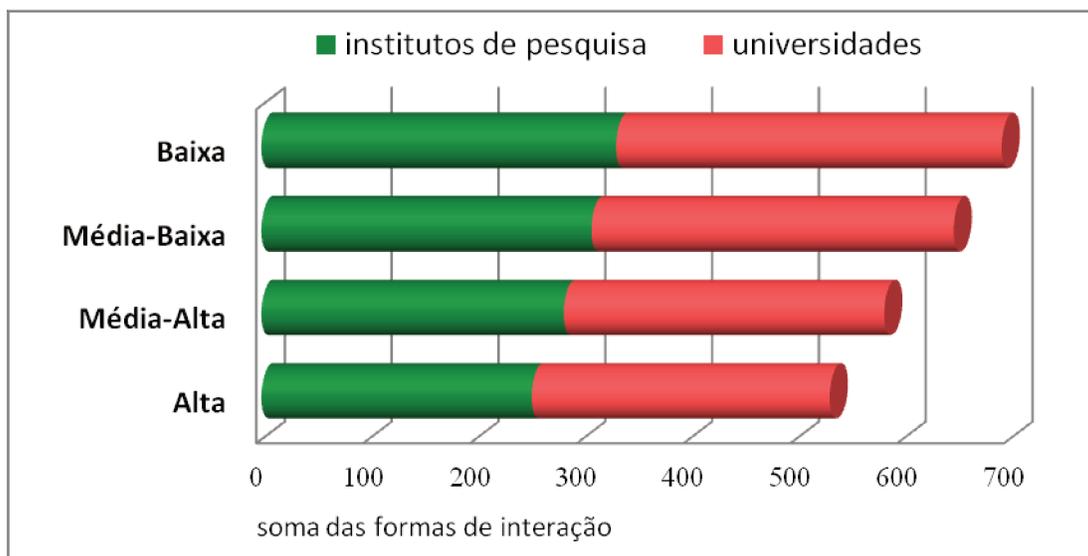
Já as universidades geralmente possuem tantas áreas de pesquisa quanto os cursos que oferecem e, assim, a diversidade de pesquisas é muito maior, e também contam com a possibilidade de distribuí-las por vários campi e até se especializar em algumas áreas. Além disso, as universidades têm a facilidade de atrair empresas para seu entorno devido à formação de mão de obra qualificada e ao ambiente educacional e cultural que criam, o que atrai seminários e feiras de interesse das empresas.

Para medir a importância das universidades e dos institutos de pesquisa, foram sinalizadas quinze maneiras (que estão detalhadas no Gráfico 2.5 e Gráfico 2.6) com que ambos poderiam contribuir para a inovação da empresa. Somamos todas as respostas em que as empresas apontavam uma dessas formas como moderadamente ou muito importante, conseguimos destacar qual das instituições é mais utilizada e qual segmento de intensidade tecnológica considera as U-IP mais relevantes para sua atividade inovativa. O gráfico a seguir mostra esse resultado, e como fica evidente, pouco mais da metade das empresas em cada um dos segmentos tecnológicos apontaram as universidades como a fonte mais utilizada em relação aos institutos de pesquisa.

Outra conclusão que inferimos pelo gráfico abaixo (Gráfico 2.4) é a de que há uma grande diferença na importância relatada pelas empresas de alta frente às de baixa tecnologia quanto à contribuição das U-IP na inovação industrial.

¹⁵ Para maiores detalhes sobre as áreas e programas de pesquisas desenvolvidos pela Embrapa, assim como sua localização, acessar http://www.embrapa.br/a_embrapa/unidades-de-pesquisa-e-de-servicos.

Gráfico 2.4: Segmentos tecnológicos que realizam interações com universidades e institutos de pesquisa



Fonte: BRSurvey - Elaboração Própria.

Ao contrário do que se poderia pensar, os segmentos menos intensivos em tecnologia são aqueles que mais procuram realizar interações (de todas as formas apresentadas). Isso evidencia a situação brasileira de país em desenvolvimento, que não possui muitas empresas nacionais de alta intensidade tecnológica¹⁶ e, principalmente, no caso brasileiro, as empresas classificadas como de baixa intensidade tecnológica – apesar da nomenclatura – são aquelas que mais buscam diferenciar seus produtos com inovações incrementais oriundas de outros setores.

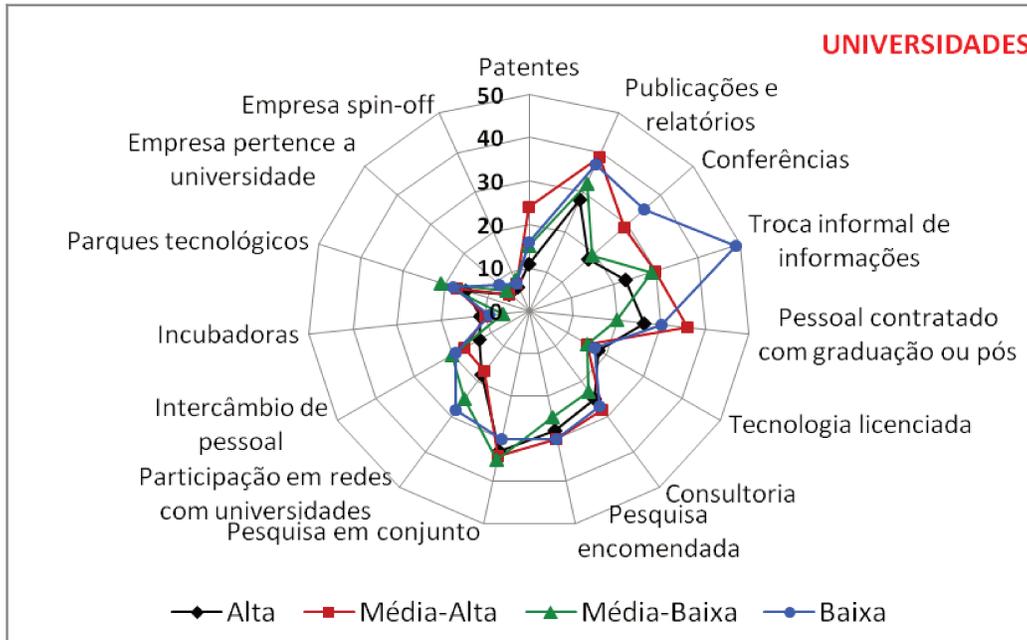
Um bom exemplo é o da produção de derivados da soja. Como se sabe, a soja é uma cultura de clima temperado que, devido a inovações desenvolvidas na semente (com o cruzamento de espécies), pôde ser adaptada a regiões de clima tropical, como o cerrado brasileiro, o que permitiu a expansão em grande escala da sua produção no país, tornando o Brasil um dos maiores produtores mundiais de soja e produtos alimentícios derivados de soja.

Detalhando as diversas formas de interação que estão ocultas no gráfico anterior, é possível ver no Gráfico 2.5 e Gráfico 2.6 quais são as mais utilizadas tanto nas parcerias com universidades como com institutos de pesquisa, a partir de cada segmento tecnológico.

¹⁶ No Brasil e nos países em desenvolvimento em geral, a maioria das empresas de alta tecnologia é de multinacionais, e por isso a P&D pode ser realizada em qualquer outro país onde a empresa possui uma filial, ou como ocorre mais corriqueiramente, no próprio país onde se localiza a sede do grupo.

Segundo Klevorick et al (1995), a velocidade do progresso técnico difere em cada setor, assim como os recursos decorrentes da P&D e também as maneiras que cada empresa utiliza para inovar. Por isso tentaremos detalhar as fontes de interação para o grupo de empresas brasileiras analisadas neste artigo.

Gráfico 2.5: O papel da universidade na atividade inovativa de empresas interativas



Fonte: BRSurvey - Elaboração Própria.

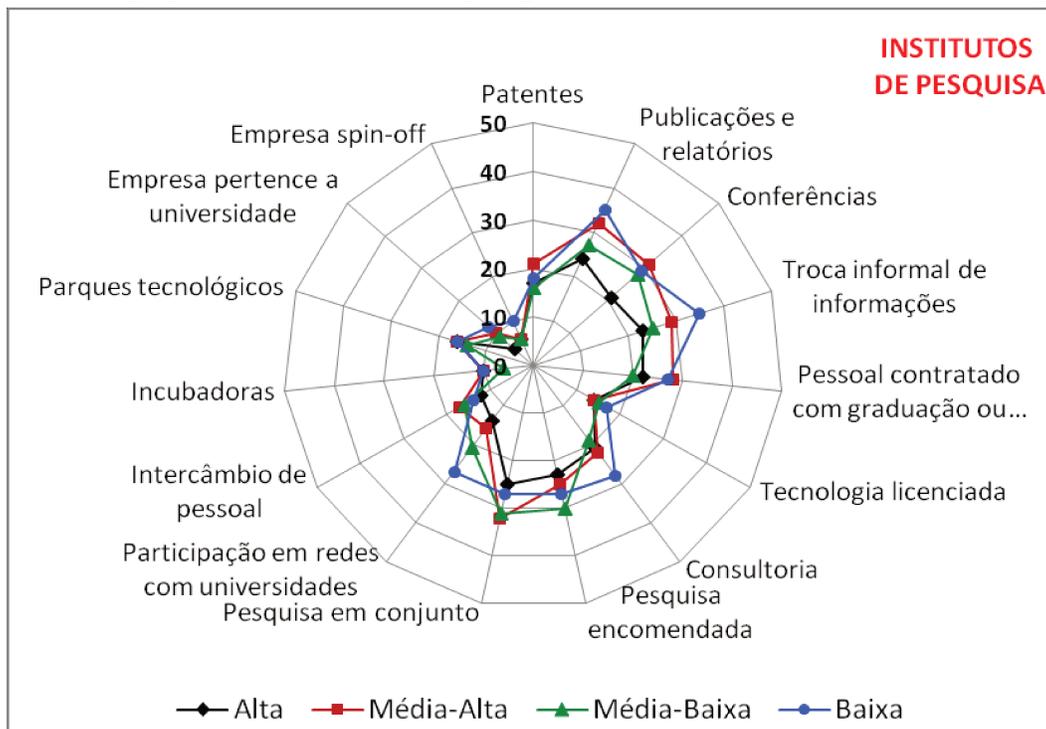
Notamos que não há uma homogeneidade na distribuição das formas de relacionamento entre os diferentes segmentos tecnológicos, principalmente nas parcerias com universidades, onde a amplitude das respostas é maior. Das formas de interação com universidades que possuem mais relevância, a que apresenta maior proximidade para todos os tipos de indústrias é a pesquisa desenvolvida em conjunto, sendo mais importante que as pesquisas encomendadas e as consultorias com pesquisadores individuais. Este tipo de pesquisa bidirecional, em que ambas as partes trabalham, resulta em melhores benefícios para a universidade (FERNANDES et al, 2010), pois por exemplo, dá acesso aos equipamentos específicos que ela não possui assim como aos conhecimentos desenvolvidos no interior da fábrica. Por outro lado, as empresas também saem mais favorecidas por que também terão acesso ao conhecimento gerado nos laboratórios das universidades e ainda iniciarão o contato com uma mão de obra qualificada que poderá ser absorvida futuramente pela empresa, por exemplo.

Notamos que as patentes registradas por universidades ainda não são tão utilizadas pelas empresas de todos os segmentos durante o seu processo inovativo, com uma ressalva para a média-alta tecnologia, que fica um pouco acima dos demais segmentos. Em geral, isso decorre da falta de familiaridade das empresas com o sistema de patentes, já que é necessário um especialista para entender a descrição do processo, o que resulta numa baixa procura pelas inovações patenteadas pelas universidades e também pelos institutos de pesquisa. Para reverter esta tendência, nestes últimos anos as universidades têm se preocupado em criar agências que façam o intermédio entre empresas que buscam tecnologias desenvolvidas nas universidades, e também o caminho inverso, divulgar para o setor produtivo todas as tecnologias desenvolvidas no interior das universidades que podem ser soluções de problemas ligados à produção ou até mesmo para uma inovação de produto. Porém ainda há muito que se desenvolver para que o uso dessa ferramenta seja ampliado e que as parcerias se concretizem, pois em muitos casos a empresa acaba abandonando o projeto antes mesmo da sua conclusão.

A fonte de informação mais utilizada pelas empresas do segmento de baixa tecnologia é a interação através da troca informal de informações, que fica bem acima dos demais segmentos. Isso pode ser resultado de as empresas deste segmento atuarem maciçamente em clusters, permitindo que as informações circulem facilmente, além de não utilizarem uma mão de obra muito qualificada, mas que possui alta rotatividade, fato que a faz levar consigo as informações a que teve acesso de uma empresa para outra, conforme muda de emprego.

Quanto às formas de interagir com institutos e centros de pesquisa, não há muita diferença relativamente às universidades (a proporção das respostas se mantém praticamente a mesma), conforme disposto no Gráfico 2.6.

Gráfico 2.6: O papel dos institutos de pesquisa na atividade inovativa das empresas



Fonte: BRSurvey - Elaboração Própria.

Como existem menos parcerias com essas instituições, a proximidade da relevância entre as diversas formas de interação é maior. Em ambos os casos, o uso de patentes e de tecnologias licenciadas é baixo (como dito acima). Isso ocorre em geral por que a importância das patentes para as instituições de pesquisa é relativamente recente, o que faz com que poucas empresas estejam totalmente adaptadas ao sistema de patenteamento e em como fazer o pedido de licenciamento da tecnologia produzida por terceiros. Além disso, Meyer-Krahmer e Schmoch (1998) dizem que a patente só faz sentido para uma instituição acadêmica se houver interesse em sua exploração comercial, por isso, nos casos em que a universidade patenteia, há por trás uma empresa interessada desenvolvendo o projeto em parceria, caso contrário, ela não registra sua patente.

Dentre as formas mais importantes de interação com os institutos de pesquisa estão conferências, publicações e relatórios, que não exigem uma ligação formal com a universidade ou o instituto de pesquisa, o que facilita sua utilização. Ademais, elas estimulam a formação de um ambiente para concretizar a troca informal de informações, e conseqüentemente, estes valores estão interligados. Isso é visto principalmente no segmento de baixa intensidade tecnológica e em

segundo lugar, na média-alta intensidade. Já as empresas de alta tecnologia são as que menos utilizam esta forma de interação com os institutos, uma vez que seus gastos com P&D são mais dispendiosos e por isso exigem maior preocupação para protegê-los e não divulgá-los, além da rotatividade da mão de obra ser muito menor que nos demais segmentos.

Uma forma interessante de a empresa interagir com a pesquisa acadêmica é participando de redes que envolvam institutos de pesquisa e universidades, entretanto estas parcerias ocorrem com maior significância nos segmentos de média-baixa e baixa tecnologia. Isso por que no Brasil esses setores são os que mais inovam relativamente aos de média-alta e alta tecnologia, apesar de serem compostos por empresas de menor porte. Desta forma eles também buscam participar dessas redes para obter benefícios que sozinhos não conseguiriam alcançar, uma vez que o dispêndio para P&D é alto, muitas vezes maior que a capacidade financeira destas empresas. Além disso, o setor de alimentos, que corresponde à baixa tecnologia desperta interesse de muitas pesquisas já que é essencial para a vida, o que acaba unindo diversas instituições – algumas vezes sobre comando do Estado, através de chamadas públicas – com a finalidade promover melhorias nos produtos, como o aumento da produtividade, melhorias genéticas, maior resistência a pragas, substituição ou revezamento de plantios para obter maior eficiência da terra plantada. Um exemplo de instituto nacional que atua neste sentido é a Embrapa, que possui diversos escritórios, cada qual comandando um tipo de pesquisa ligada a agricultura e pecuária.

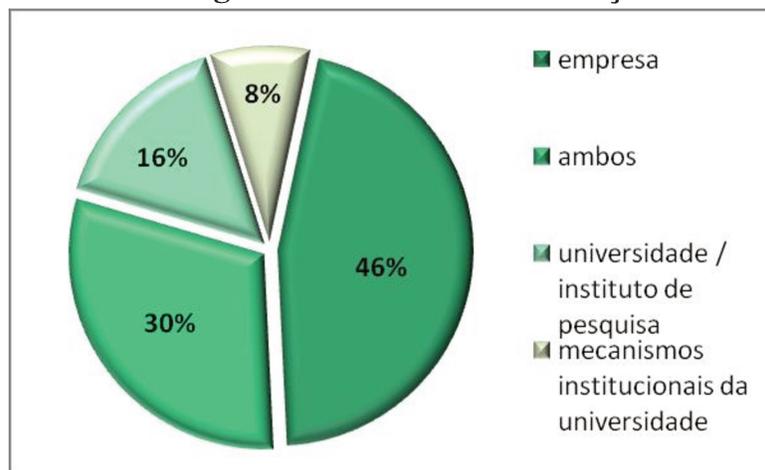
2.5.3 Contribuições da pesquisa acadêmica para o desenvolvimento industrial

No BRSurvey buscamos descobrir quais as razões que levaram os respondentes a iniciarem um projeto interativo. Segundo Rosenberg (1992), há diversas formas de a universidade auxiliar no desenvolvimento tecnológico das empresas, por exemplo, através do desenvolvimento de novos instrumentos, novas técnicas, ou mesmo contribuindo para o avanço no conhecimento científico de determinada área. Klevorick et al (1995) defendem que a maior contribuição das universidades para a inovação industrial se dá através da formação de mão de obra qualificada que se tornará a nova geração de cientistas que atuarão nas empresas.

Foi possível inferir através desta pesquisa que a maior parte das interações que ocorrem entre universidades e empresas tem origem na própria empresa (representando 46% o total) e em

apenas 16% dos casos a parceria foi iniciada a partir do interesse da universidade. E ainda em 30% dos casos tanto a universidade como a empresa afirmaram tomar a iniciativa para concretizar a parceria. Esta relação está descrita no Gráfico 2.7 que aparece logo abaixo. Klevorick et al (1995) mostram que a maioria dos esforços da P&D industrial começam com um objetivo ou necessidade definida pela firma, e a partir disso ela se volta à ciência para auxiliar no seu desenvolvimento. Essa intermediação é feita pelos cientistas consultores (ou consultores internos), que trabalham nos laboratórios de P&D das firmas, mas também estão interessados no que ocorre na pesquisa acadêmica.

Gráfico 2.7: Origem da iniciativa da interação



Fonte: BRSurvey - Elaboração Própria.

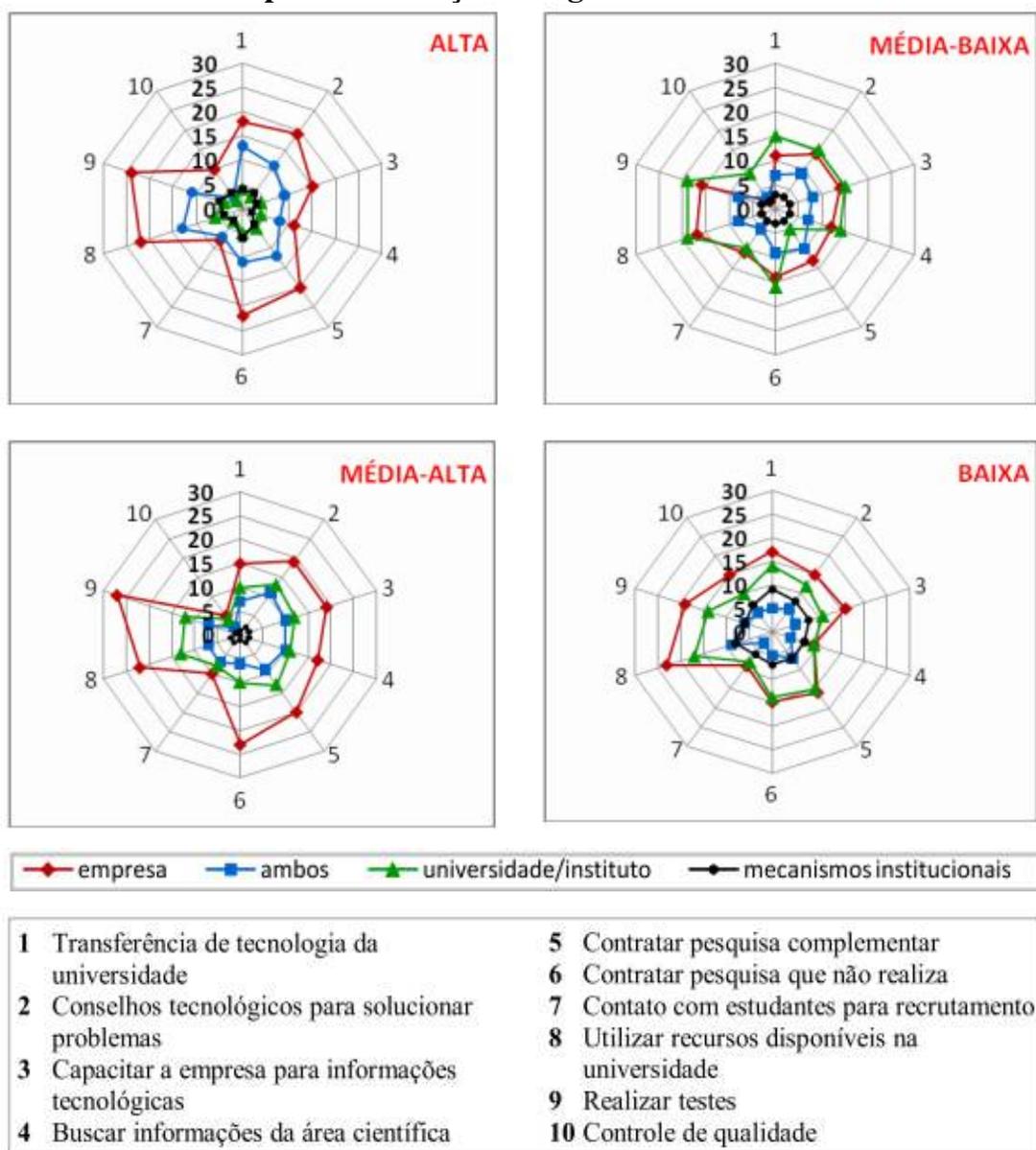
Em geral, o conhecimento que as empresas procuram nas universidades não são apenas os desenvolvidos mais recentemente ou os da fronteira do conhecimento, muitas vezes elas buscam soluções para problemas específicos, independentemente de tais soluções serem as mais estudadas e aplicadas em laboratórios no momento. Por isso, Allen (1977) diz que não há uma relação íntima entre o avanço nos diversos campos da ciência com a busca por projetos interativos pelas empresas, ou seja, não há uma relação direta

entre nova ciência e nova tecnologia. Entretanto, Cohen, Nelson e Walsh (2002), num estudo mais recente e similar ao de Allen (1977) procuraram entender quais as contribuições da pesquisa acadêmica para o desenvolvimento industrial nos EUA, e chegaram a um resultado divergente. No caso americano, as descobertas científicas são a principal via pela qual a universidade contribui para a P&D industrial.

Pelo Gráfico 2.8 notamos a importância das U-IP na atividade industrial, tanto por meio de conhecimentos tácitos – como capacitar a empresa para absorver informações tecnológicas e indicar conselhos tecnológicos para solução de problemas na empresa – ou mais tangíveis – como utilizar recursos que estão disponíveis apenas nas universidades ou institutos de pesquisa, e iniciar um contato com estudantes para futuro recrutamento.

Na tentativa de atrelar a ciência com a tecnologia, vemos pelo Gráfico 2.8 que na maior parte dos casos não é a universidade que procura as empresas, mas o contrário, principalmente nos segmentos de alta e média-alta intensidade tecnológica. Nos segmentos de menor intensidade tecnológica as universidades possuem um peso maior como tomadoras de iniciativa, o que pode ter relação com o fato de o conhecimento estar mais codificado.

Gráfico 2.8: Razões para a interação e origem da iniciativa



Fonte: BRSurvey - Elaboração Própria.

Foram listadas no BRSurvey dez razões que levam as empresas a iniciar parcerias com U-IP. Segundo Fernandes et al (2010), as maneiras menos virtuosas para as universidades participarem de uma parceria são realizando teste, treinamento e prestando consultorias, já as relações mais complexas, em que há desenvolvimento efetivo de pesquisas, são as mais virtuosas.

Assim, concluímos que o setor de alta tecnologia tem como razões mais fortes para iniciar uma interação com U-IP: realizar testes necessários para produtos e processos da empresa, utilizar os recursos disponíveis na universidade, e contratar pesquisa que não realiza. Todas essas

formas possuem um fluxo de conhecimento unidirecional, das universidades para a empresa, e, portanto não são as melhores para as universidades, com exceção da contratação de pesquisas, que apesar de ser unidirecional, estimula o avanço no campo científico das tecnologias mais dinâmicas.

Nos casos em que o estímulo para realizar a parceria parte das duas instituições a principal razão é transferir tecnologia da universidade para a empresa. Portanto, nesses casos a universidade já possui um produto desenvolvido, e a empresa, por sua vez, demanda esse produto e em contrapartida, pode continuar a ser uma parceira em mais projetos (por exemplo, financiando as pesquisas).

As indústrias de média-alta tecnologia possuem o mesmo perfil das de alta tecnologia. As razões menos interessantes para colaborar são receber ajuda no controle de qualidade e fazer contato com estudantes de excelência para futuro recrutamento. De acordo com Nelson (1991), o dinamismo da economia forçou as empresas a se inserirem num ambiente competitivo em termos globais, e a diferenciação e a qualidade dos produtos tornaram-se ativos importantes da concorrência. Desta forma, as empresas interiorizaram o processo de controle de qualidade, executando-o em todas as etapas da linha de montagem e até exigindo o mesmo de seus fornecedores de insumos. O recrutamento também é menos importante porque as empresas possuem treinamentos específicos e diversos processos seletivos que podem substituir essa função.

O setor de média-baixa tecnologia é o único em que as universidades tomam mais a iniciativa de interagir do que as empresas, especialmente quando a universidade quer realizar testes em algum produto e utilizar seus próprios recursos. Nestes casos notamos que a busca é por produtos sobre os quais serão aplicados os conhecimentos desenvolvidos na universidade (para conferir sua eficácia na aplicação).

Já nos setores de baixa tecnologia, os mecanismos institucionais da universidade ganham participação (nos demais era praticamente nulo), em especial para realizar transferência de tecnologia e empregar os recursos disponíveis na universidade. Esta última razão também é a mais utilizada quando empresas e também as universidades iniciam o contato para estabelecer a parceria. De acordo com Klevorick et al (1995), a área da ciência que mais contribui para o avanço científico e tecnológico é a biotecnologia, desta forma, é de se esperar que as universidades apresentem maior iniciativa no setor que engloba as descobertas nesta área, e é

pelo mesmo motivo que as empresas de baixa tecnologia se interessam por esses recursos da universidade.

CAPÍTULO 3

OBSERVAÇÃO EMPÍRICA DE EMPRESAS INOVADORAS COM INTERAÇÃO E INOVADORAS SEM INTERAÇÃO

3.1 Método

Para elaborar a análise feita neste capítulo utilizamos as informações da mais recente Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC –, uma publicação bianual do IBGE que apresenta os dados de empresas brasileiras inovadoras. Nessa versão são incluídos dados do período de 2006 a 2008 e as empresas que não inovaram durante esses anos não constam na pesquisa.

O referencial teórico e metodológico utilizado pelo IBGE para elaboração da PINTEC é:

(...) baseado na terceira edição do Manual Oslo (OSLO..., 2005) e, mais especificamente, no modelo da *Community Innovation Survey* – CIS versão 2008, proposto pela Oficina Estatística da Comunidade Europeia – Eurostat (*Statistical Office of the European Communities*), da qual participaram os 15 países membros da Comunidade Europeia. (PINTEC 2010, p.13).

A metodologia do IBGE para a elaboração da PINTEC considera como inovação a introdução no mercado de produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado. Já como atividades inovativas são consideradas, além da P&D interna, a aquisição de P&D externa, compra de máquinas, equipamentos e software, treinamento de pessoal e gasto com a introdução da inovação no mercado e com o projeto industrial para seu desenvolvimento. As duas últimas atividades podem gerar alguma dúvida sobre o que representam, e por isso sua definição será detalhada. Assim, a introdução da inovação no mercado compreende “as atividades de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de produto novo ou aperfeiçoado, podendo incluir pesquisa de mercado, teste de mercado e publicidade para o lançamento” (PINTEC 2010, p. 21).

O projeto industrial é definido por

(...) procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo. Inclui plantas e desenhos orientados para definir procedimentos, especificações técnicas e características operacionais necessárias à implementação de inovações de processo ou de produto. Inclui mudanças nos procedimentos de produção e controle de qualidade, métodos e padrões de trabalho e *software* requeridos para a implementação de produtos ou processos novos ou significativamente aperfeiçoados, assim como as atividades de tecnologia industrial básica (metrologia, normalização e avaliação de conformidade), os ensaios e testes (que não são incluídos em P&D) para registro final do produto e para o início efetivo da produção. (PINTEC 2010, p. 21).

Os demais termos já são amplamente conhecidos pela literatura neoschumpeteriana-evolucionista e por isso não foram detalhados aqui, contudo, informações adicionais podem ser encontradas na Pintec (2010) na seção de ‘notas técnicas’.

O objetivo deste capítulo é trabalhar com um grupo de empresas inovadoras e interativas e, para tanto, foi solicitada ao IBGE uma extração especial de algumas tabelas da Pintec (2010) em que constassem as informações das empresas que afirmaram ter realizado a inovação com algum tipo de cooperação com outra instituição¹⁷. Para comparar esse grupo de empresas, também solicitamos a extração especial do grupo de empresas que inovaram sem dar importância para relações de cooperação. Portanto, temos o número total de empresas que compõem a Pintec (2010) divididos em dois grupos: o de empresas interativas e de empresas não interativas.

Para a extração especial com as empresas interativas, solicitou-se que o total de empresas apresentadas correspondesse apenas àquelas que previamente afirmaram possuir interações “muito importantes” ou “moderadamente importantes” com outras instituições¹⁸ e as empresas que afirmaram que possuem interação “fraca” ou “sem importância” não foram consideradas na tabulação dos dados.

Já para formar o grupo de empresas que inovaram sem qualquer relação de cooperação, pedimos que incluíssem todas as empresas que não responderam à questão de cooperação, ou seja, todas as que não constassem na tabulação anterior.

¹⁷ Escolhemos utilizar relações de cooperação com todos os tipos de instituições considerados pela Pintec (2010) – e não apenas universidades e institutos de pesquisa – justamente para ter um padrão de comparação da força ou do perfil da interação de empresas com as demais instituições que ela pode alcançar.

¹⁸ Esta resposta aparece na Tabela 1.1.17 da Pintec (2010, p. 104), intitulada “Empresas que implementaram inovações, total e com relações de cooperação com outras organizações, por grau de importância da parceria, segundo as atividades selecionadas da indústria, e dos serviços - Brasil - período 2006-2008”.

Nas tabelas em que as empresas informaram nível de importância ao fator analisado, organizamos as respostas em dois grupos: “alta e média relevância” e “baixa e não relevante”.

Outra proposta deste trabalho é observar o comportamento das empresas industriais segmentadas por intensidade tecnológica conforme a classificação industrial por intensidade tecnológica da OCDE (2005c). Para tanto, solicitou-se ao IBGE a apresentação dos dados de acordo com a versão 1.0 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), pois essa versão é equivalente à *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* (ISIC) revisão 3, a utilizada para a classificação da OCDE por intensidade tecnológica. Como apontado no Capítulo 2, a utilização de uma classificação industrial que se baseia nos dispêndios em P&D pode nos mostrar se o padrão observado em países ricos (os que compõem a OCDE) é replicado para o Brasil. Além disso, conseguimos identificar se outras atividades inovativas possuem a mesma relevância da P&D para a inovação brasileira. Ao organizarmos as informações da PINTEC de acordo com a intensidade de gastos em P&D, é possível notar as diferenças específicas do caso das empresas brasileiras, por exemplo, que não necessariamente as empresas de alta tecnologia são as que mais utilizam as outras formas para aumentar seu potencial inovador ou o portfólio de inovações acumuladas.

Vale notar que os dados da Pintec (2010) estão apresentados na versão 2.0 da CNAE, a versão mais atualizada da classificação industrial brasileira. Porém, como há algumas diferenças na organização dos setores entre a versão 1.0 e a versão 2.0 – por exemplo, a realocação das atividades de manutenção e reparação em uma divisão nova –, que poderiam exigir adaptações na tarefa de organizar os setores por intensidade tecnológica, preferimos solicitar a tabulação especial pela versão mais antiga (a CNAE 1.0), mas que possui equivalência perfeita com a classificação em que a OCDE se baseou.

Para fins de comparação, apresentamos o total de empresas inovadoras, as empresas inovadoras sem interação e as empresas inovadoras interativas da indústria de transformação.

As tabelas obtidas a partir da extração especial da Pintec (2010) são apresentadas nos resultados desta dissertação, que seguem na sequência.

3.2 Estrutura industrial brasileira por grupos tecnológicos: empresas inovadoras sem interação e empresas inovadoras com interação

Neste trabalho defendemos que a inovação leva a empresa a níveis de desenvolvimento acima da média da indústria, apresentando indicadores de desempenho melhores em relação às empresas que não realizam inovações. Assim, as empresas que inovam representam as empresas de maior destaque na estrutura industrial apesar de elas ainda serem, no caso brasileiro, numericamente inferior frente às firmas não inovadoras. Em geral, as empresas inovadoras são empresas maiores ou mesmo multinacionais, com presença e estratégia global, que para manterem sua posição de líder em sua área de atuação necessitam realizar investimentos que vão além de gastos para ampliar a produção ou reduzir custos. Para Teece (1996, p. 207), as empresas precisam formar alianças, tanto a montante como a jusante de sua cadeia produtiva, ou constituir parcerias estratégicas para seu negócio. Essas parcerias envolvem interações constantes e efetivas entre as partes e são necessários diversos canais de informação, confiança e certo grau de apropriabilidade por parte dos envolvidos na parceria. A apropriabilidade partilhada dos ganhos é importante porque há riscos e tarefas divididos entre as firmas que são fundamentais para que a interação não seja unilateral e sim bidirecional.

A inovação representa um importante valor dentro da rubrica investimentos das empresas inovadoras, que para maximizar esse investimento, optam por interagir com outras instituições, no intuito de acompanhar e influenciar a dinâmica do seu mercado, determinando a trajetória tecnológica a ser seguida (COHEN e LEVINTHAL, 1990; TEECE, 1996; LOPEZ, 2008; CASSIMAN e VEUGELERS, 2002).

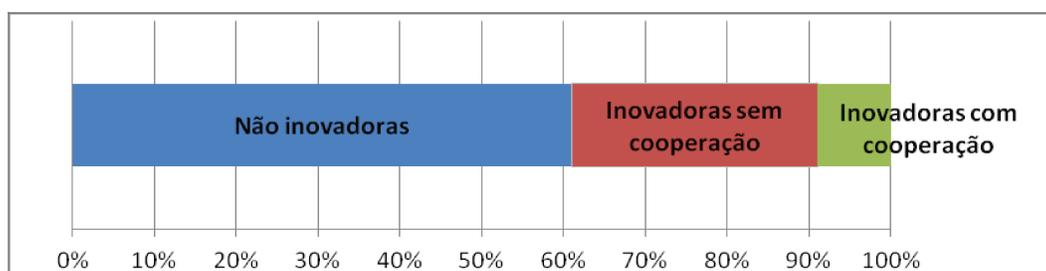
Segundo Cohen e Levinthal (1990, p. 136), o potencial de inovação de uma empresa está intimamente ligado ao seu estoque de conhecimento e à sua capacidade de internalizar novos conhecimentos. Nesse sentido, a “capacidade de absorção” é decisiva para traçar a estratégia inovativa da empresa. Isso corrobora com a visão de Schumpeter (1942, cap. 7 e 8) de que a inovação é importante para a empresa não apenas sobreviver, como também ganhar destaque no mercado em que atua.

A análise deste estudo quer conhecer quais são as características que diferenciam as empresas que inovam de forma isolada, utilizando apenas conhecimentos e ativos próprios a ela

(empresas inovadoras sem interação), daquelas empresas que concretizaram sua inovação através do apoio obtido pela cooperação com outras instituições (empresas inovadoras com interação). Dessa forma comparam-se empresas inovadoras sem interação com empresas inovadoras com interação.

Para tal análise, utilizou-se a amostra de empresas destacadas na tabulação especial da Pintec (2010) que inclui apenas a indústria de transformação dividida em subconjuntos que formam os grupos de intensidade tecnológica da OCDE. O Gráfico 3.1 ilustra o número de empresas existentes em cada grupo, em proporção ao número de empresas que compõem a amostra analisada da PINTEC (2010).

Gráfico 3.1: Distribuição de empresas não inovadoras, inovadoras sem interação e inovadoras com interação na indústria de transformação brasileira (2006 - 2008)



Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Extração especial – tabulação própria.

O Gráfico 3.1 somado à Tabela 3.1 deixam evidente que a indústria de transformação é composta por 98.420 empresas, das quais 39% representam as firmas inovadoras e 61% as empresas não inovadoras. Dividindo o conjunto de empresas inovadoras infere-se que apenas 9,9% utilizaram relações de cooperação com outras instituições em seus projetos inovadores. Por outro lado, 90,1% inovaram de forma isolada, utilizando apenas os ativos da empresa.

A participação das empresas inovadoras com interação no total da indústria de transformação é de 3,9% (ou 3.790 de 98.420), enquanto as empresas inovadoras sem interação somam 35,1% (ou 34.571 de 98.420) das empresas manufatureiras brasileiras.

Apesar da baixa expressividade em número de estabelecimentos, as empresas inovadoras com interação possuem diferenciais que as destacam em meio as demais e que é o desejo de muitas das concorrentes.

Observando o conjunto de empresas que mais nos chamou atenção (quais sejam, as inovadoras), vemos que no total são 38.362 empresas, que embora ilustrem 39,0% das empresas

brasileiras em quantidade, em relação ao faturamento líquido elas representam 78,9% do total da indústria de transformação. Esse diferencial já é de grande valia para nossos resultados, uma vez que confirma que a taxa de inovação no Brasil ainda é baixa, como muitos autores criticam, porém é preciso olhar para além do número de empresas. Ao escolher como foco o faturamento, a amostra de empresas inovadoras torna-se de alta relevância, já que agrega quase quatro quintos do faturamento de todas as empresas da indústria de transformação do Brasil. Além disso, o grupo de empresas que analisamos – as inovadoras com interação – mostra-se 15,8 vezes menor em quantidade de estabelecimentos, mas com o dobro da receita líquida apresentada pelas empresas não inovadoras. Já as empresas que inovam sem cooperação, apesar se estarem em número muito superior que as empresas interativas (onze vezes maior), possuem um faturamento 13% menor.

Tabela 3.1: Distribuição da amostra de empresas por participação no total da indústria de transformação e no faturamento em R\$ milhões (2006 - 2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de Empresas		Empresas não inovadoras		Empresas Inovadoras					
	Empresas (%)	Receita líquida (%)	Empresas (%)	Receita líquida (%)	Total		Sem cooperação		Com cooperação	
					Empresas (%)	Receita líquida (%)	Empresas (%)	Receita líquida (%)	Empresas (%)	Receita líquida (%)
Baixa Tecnologia	54,9	30,8	57,0	38,8	51,6	28,6	52,4	40,4	44,3	18,4
Média-Baixa Tecnologia	26,8	30,3	27,7	33,1	25,4	29,6	25,7	18,9	22,8	38,8
Média-Alta Tecnologia	16,3	33,5	14,4	26,8	19,2	35,3	18,7	33,4	23,7	37,0
Alta Tecnologia	2,0	5,4	0,9	1,3	3,8	6,5	3,2	7,3	9,2	5,9
Ind. de transformação (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ind. de transformação (valores*)	98.420	1.662.021	60.058	351.297	38.362	1.310.724	34.571	609.508	3.790	701.216
Participação em relação ao total de empresas e ao total da receita líquida da indústria de transformação	100,0	100,0	61,0	21,1	39,0	78,9	35,1	36,7	3,9	42,2

elaboração própria.

Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Tabulação especial –

*Empresas são dadas em quantidade e receita líquida em R\$ milhões para o ano de 2008.

Tabela 3.2: Faturamento médio das empresas da amostra, em R\$ milhões (2008)

Setores industriais por intensidade tecnológica	Total de Empresas		Empresas não inovadoras		Empresas Inovadoras					
	Número de empresas	Faturamento Médio	Número de empresas	Faturamento Médio	Total		Sem cooperação		Com cooperação	
					Número de empresas	Faturamento Médio	Número de empresas	Faturamento Médio	Número de empresas	Faturamento Médio
Baixa Tecnologia	54.035	9,46	34.233	3,98	19.802	18,94	18.123	13,59	1.679	76,71
Média-Baixa Tecnologia	26.389	19,09	16.639	6,99	9.750	39,74	8.886	13,00	864	314,84
Média-Alta Tecnologia	16.035	34,73	8.673	10,86	7.362	62,86	6.462	31,48	900	288,32
Alta Tecnologia	1.961	45,90	513	8,88	1.448	59,01	1.099	40,31	349	117,99
Ind. de transformação	98.420	16,89	60.058	5,85	38.362	34,17	34.571	17,63	3.790	184,99

Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Tabulação especial – elaboração própria.

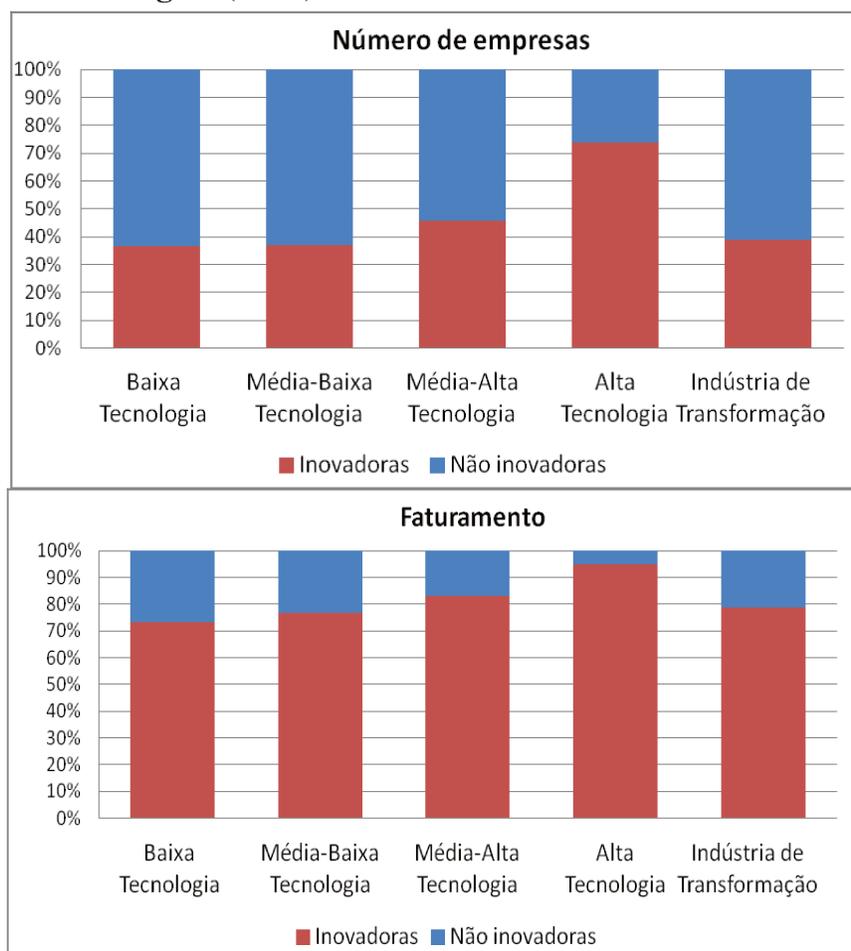
Em relação ao faturamento médio, as empresas que não inovam apresentam um valor bastante inferior ao das empresas inovadoras (R\$ 5,85 milhões contra R\$ 34,17 milhões). A diferença se amplia quando comparado o valor de empresas inovadoras com interação e sem interação, chegando a ser 10,5 vezes maior o faturamento médio das empresas interativas¹⁹. Lopez (2008, p. 117) diz que um dos determinantes da capacidade de absorção de uma empresa é o seu porte e que empresas maiores são mais suscetíveis a cooperar. Em geral as empresas de grande porte inovam mais, porém não é uma casualidade. Devemos lembrar que as grandes empresas são antigas e já acumularam várias capacitações durante sua existência, dentre elas a maior capacidade de inovar, culminando numa espiral onde o conhecimento acumulado permite inovar mais, e inovando mais ela acumula mais conhecimento e, como resultado seu faturamento é maior, o que permite destinar mais investimentos em inovação, e assim por diante.

Fica claro através dos gráficos que as empresas inovadoras ainda são a menor parcela das empresas brasileiras, com exceção do grupo de alta tecnologia, em que mais de 70% das empresas realizaram algum tipo de inovação entre os anos de 2006 e 2008²⁰.

¹⁹ A classificação utilizada pelo BNDES classifica o porte das empresas pelo faturamento, sendo microempresa: faturamento menor ou igual a R\$ 2,4 milhões; pequena: maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões; média: maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões; média grande: maior que R\$ 90 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões; e grande: maior que R\$ 300 milhões.

²⁰ O número de empresas apresentados na Pintec (2010) refere-se às empresas que implementaram pelo menos uma vez um produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado entre os anos de 2006 a 2008. Já as informações da receita líquida de vendas de produtos e serviços (ou faturamento) foram estimadas pelo IBGE a partir dos dados da amostra da Pesquisa Industrial Anual - Empresa 2008.

Gráfico 3.2: Quantidade e faturamento de empresas inovadoras e não inovadoras por intensidade tecnológica (2008)



Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Extração especial – elaboração própria.

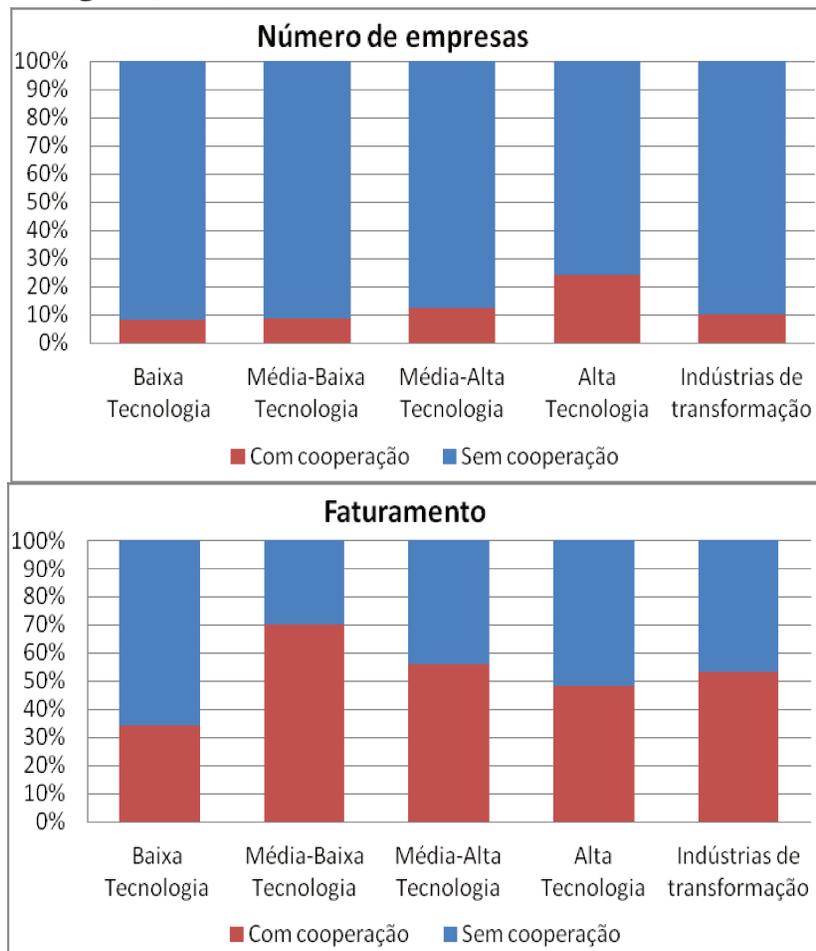
É de se esperar que o grupo de alta tecnologia seja o mais inovador, uma vez que o regime tecnológico inerente a ele é muito mais acelerado que nos demais grupos. Somente na alta tecnologia os percentuais de empresas e do faturamento são mais próximos, justamente pela necessidade de mudança e novos lançamentos que o grupo tecnológico exige. Nota-se que apenas 5% do faturamento desse setor conferem-se às empresas que não inovam.

Para os outros três grupos tecnológicos a taxa de empresas inovadoras não ultrapassa a metade do total de cada grupo. Já o faturamento corresponde, no mínimo, a 80% em cada grupo. Do mesmo modo, para a indústria de transformação as empresas inovadoras não alcançam 40% do total da manufatura brasileira.

O resultado mais evidente é que a proporção de empresas inovadoras e interativas é muito menor que a de empresas que inovam sem interação. Esse fato confirma o que Suzigan e

Albuquerque (2011, p. 40) argumentaram sobre as limitações do sistema nacional de inovação brasileiro, que além de possuir um estruturação tardia, limitada e problemática, ainda apresenta ausência de ligação entre os agentes que compõem o sistema.

Gráfico 3.3: Quantidade e faturamento de empresas interativas e não interativas por intensidade tecnológica (2008)



Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Extração especial – elaboração própria.

Quanto às empresas inovadoras, as que possuem interação se saem melhor em relação às que não interagem para inovar. Na indústria de transformação, assim como os grupos de baixa, média-baixa e média-alta tecnologia cerca de 10% são empresas que realizam cooperação para inovar. Somente a alta tecnologia possui um percentual um pouco maior, mas que não chega a 25% das empresas desse grupo tecnológico. Entretanto, a maior parcela do faturamento fica nas mãos das empresas interativas. Nesse grupo de empresas interativas é mais evidente o argumento

de Lopez (2008, p.117) de que as empresas que conseguem captar o conhecimento externo a elas são aquelas que possuem maior lucratividade.

Esse resultado contrasta com os setores encontrados na pesquisa detalhada no Capítulo 2 (Seção 2.5) sobre empresas inovadoras que possuem interação com universidades ou institutos de pesquisa. Nessa amostra de empresas selecionadas, o grupo tecnológico mais interativo era o de baixa tecnologia, e o grupo de alta tecnologia o que menos realizou interações com universidades ou institutos de pesquisa. A diferença nos dados pode ser decorrente da forma com que eles foram considerados, pois na pesquisa com empresas que interagem com U-IP, uma mesma empresa pode ser contabilizada mais de uma vez, já que o objetivo do questionário era levantar quantas parcerias foram realizadas, podendo incluir todas as diferentes atividades realizadas em conjunto. Já na PINTEC, uma empresa poderia responder no máximo duas vezes, caso houvesse produto e processo inovador desenvolvido em parceria, assim, neste caso, mesmo se a empresa realizou mais de uma parceria, ela não é contabilizada. Por essas razões, podemos deduzir que as empresas interativas de baixa tecnologia, que representam um valor pequeno pela PINTEC (cerca de 10% do seu grupo tecnológico), realizam cada uma mais de uma parceria, ao menos com universidades e institutos de pesquisa.

Por outro lado, em termos numéricos (conforme apresentado na Tabela 3.2), o grupo interativo de baixa tecnologia apresentado pela PINTEC soma 1.679 empresas, e o grupo de alta é composto por 349 empresas. Assim, proporcionalmente, as empresas interativas de baixa tecnologia ainda equivalem a um número maior que as de alta tecnologia, concordando com o apresentado pelo estudo de uma amostra específica de empresas que interagem com U-IP.

Portanto, para todas as intensidades tecnológicas, ser inovadora e interativa abre maiores oportunidades para qualquer empresa auferir maiores taxas de rendimento e, por consequência, permite com que a empresa continue investindo em atividades inovativas para se manter nessa posição favorável.

Em síntese, o grupo de empresas inovadoras e interativas, foco deste trabalho, é pequeno em estabelecimentos, mas representativo em termos de faturamento, e é formado por empresas com alta capacidade de se diferenciar através da inovação, seguindo no mesmo sentido de argumentação de Lopez (2008), Cohen e Levinthal (2002), Teece (1996) entre outros autores.

3.3 Caracterizando as empresas inovadoras

Nesta seção iremos detalhar as características de empresas inovadoras, destacando o perfil daquelas que inovam com algum tipo de cooperação e das que inovam sem interagir com outras instituições. Serão levantadas informações acerca da fonte de informação utilizada para sugerir a inovação, quais atividades são mais desenvolvidas, como a inovação chega ao mercado – se por um produto novo ou um processo produtivo diferente –, a capacidade do inovador em apresentar inovações em nível nacional ou da própria empresa,

3.3.1 Fontes de informação para a inovação

No desenvolvimento de uma inovação, as empresas podem obter orientação ou ideias a partir de uma variada gama de fontes de informação com base em conhecimentos já existentes – como patentes, pesquisas acadêmicas, produtos já lançados no mercado, entre outros – ou buscando novos conceitos por meio da P&D. Alguns autores como Chesbrough (2003) defendem que uma empresa não pode se preocupar apenas com as informações que possui, pois ela deve estar atenta para o universo de conhecimento e ideias ao seu redor de modo a aplicá-los da melhor maneira possível. Teece (2007) também defendeu seus argumentos com o mesmo sentido utilizando o termo ‘capacidades dinâmicas’, definido como “a habilidade da firma em combinar, construir e reconfigurar competências internas e externas para enfrentar ambientes que mudam rapidamente” (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997, p. 516).

É adotado o termo ‘dinâmicas’ por que as competências devem sempre ser renovadas devido à rápida mudança do ambiente competitivo. Assim através das suas capacidades dinâmicas a firma tem a percepção de riscos e oportunidades, consegue se apropriar de oportunidades e mantém e/ou eleva a competitividade combinando, protegendo, ampliando e reconfigurando seus ativos tangíveis e intangíveis. É possível relacionar a teoria das capacidades dinâmicas com o modelo *open innovation* no sentido de que as capacidades dinâmicas são vistas

como formas de capturar variáveis-chaves que a firma deve manipular para criar e proteger seus ativos específicos tanto como para evitar a sua falência (TEECE, 2007).

Assim, a capacidade inovativa de uma empresa une várias fontes de informação, por exemplo, para Cohen e Levinthal (1990, p. 128) “*the ability to exploit external knowledge is thus a critical component of innovative capabilities*”. Os autores ainda defendem que a capacidade de uma empresa em avaliar e utilizar o conhecimento externo a seu favor depende do conjunto de conhecimentos prévios que ela possui. Para Chesbrough (2003; 2006) é tarefa fundamental da empresa captar informações contidas em bases de conhecimento externas para agregá-las a sua base interna. Muitas inovações em estágios avançados de desenvolvimento podem utilizar conhecimento externo que proporcionam um salto em termos de resultado que não seria alcançado sem a sugestão externa.

Portanto, é muito útil conhecer a origem da informação que as empresas utilizam para realizar suas inovações, pois dessa forma fica claro como surgiu a ideia inicial do projeto e como ela abre caminho para que outras ideias se somem durante o desenvolvimento da inovação. Cabe à empresa e às suas habilidades de combinar conhecimentos saber utilizar as fontes de informação disponíveis a seu benefício.

Cassiman e Veugelers (2002, p. 1169) dizem que muitos autores tratam da importância dos fluxos externos de conhecimento para a estratégia inovativa das empresas. Mas também argumentam que há uma dificuldade em se medir esses fluxos de informação ou *spillovers* entre as empresas e aferir seu efeito sobre a inovação. Na tentativa de propor uma medida para o caso belga, Cassiman e Veugelers (2002) analisaram o fluxo de informação externo à empresa sob duas vertentes:

(...) the incoming spillovers distinguish between incoming spillovers, which affect the rate of innovation of the firm, and appropriability, which affects the ability of the firm to appropriate the returns from innovation. (CASSIMAN e VEUGELERS, 2002, p. 1.169).

Dentre os *incoming spillovers*, os autores citam a P&D interna, as informações obtidas de agentes externos à empresa, o treinamento de funcionários, a qualificação de pessoal técnico, entre outros. Nós também aproveitaremos esses termos para identificar a atuação das fontes de informação sobre o potencial inovativo das empresas interativas e não interativas.

Existem outros trabalhos que buscam entender como o fluxo de informação externo à empresa afeta sua capacidade de inovar. Essa indagação ganhou força nas últimas décadas, quando a inovação passou a ser vista como algo que pode ser realizada em conjunto não causando prejuízos para nenhuma das partes (TEECE, 1996, p. 207). Assim, a interação tanto formal como informal ganhou força, e abriu um novo campo de visão para as empresas enxergarem os conhecimentos, mesmo que não desenvolvidos por ela, como fatores determinantes para sua atividade inovativa.

O conjunto de opções externas em que as empresas podem se amparar para inovar é ilimitado (TEECE, 1996, p. 207), da mesma forma que as estratégias para fazer uso deles. Algumas empresas inovadoras possuem estratégias bem definidas, possuem laboratórios de P&D internos e acompanham o desenvolvimento da ciência nas instituições externas à sua cadeia produtiva. Outras empresas se baseiam nos movimentos do mercado para montar sua estratégia inovadora, apoiando-se muito mais em informações que obtém de agentes que participam de sua cadeia produtiva para orientar os projetos inovadores. E ainda há casos de empresas com estratégias passivas, que buscam fontes de informação que possuem acesso livre e que não exigem grandes capacitações para absorver ou internalizar a proposta inovadora; esse tipo de empresa pode estar iniciando sua atividade inovadora e, portanto começam utilizando as formas mais simples de inovar ou, em outro extremo, estão acomodadas e não querem/conseguem montar um plano de negócios visando incrementar sua atividade inovativa.

A estratégia mais correta para uma empresa seria buscar sempre o maior número de fontes de informação para inovar, concretizando uma estratégia ativa (MALERBA, 1992). Deste modo a empresa consegue acompanhar de perto as mudanças no mercado consumidor, nas áreas da ciência e tecnologia e também entre os demais agentes da indústria, como concorrentes, fornecedores, compradores e até mesmo o produtor da matéria-prima.

A Pintec (2010) levantou as fontes de informação mais utilizadas por empresas para realizar sua atividade inovadora. É importante esclarecer que a fonte de informação não corresponde a quem realizou a inovação, mas a quem originou a ideia que resultou na inovação que a empresa produziu. Assim, a fonte de informação mais utilizada pode caracterizar o padrão de uma empresa criar, disseminar ou absorver conhecimentos (PINTEC, 2010, p. 22).

Na Pintec (2010) elaborada pelo IBGE, foram apontadas quatorze opções de fontes de informação que ajudaram a produzir a inovação da empresa. Cabia às empresas assinalarem o

nível de importância – alta, média, baixa ou não relevante – que cada uma das fontes apresentou para a estratégia inovativa da empresa.

Observando os resultados, as respostas de alta e média importância podem ser divididas em dois grupos, um com as fontes de informação internas à cadeia produtiva e outro com as fontes externas à cadeia. Como fonte de informação interna à cadeia considerou-se neste trabalho: (i) P&D interna; (ii) outras áreas da empresa; (iii) outra empresa do grupo; (iv) clientes e consumidores; (v) fornecedores; e (vi) concorrentes. Já o grupo de fontes externas é formado por: (i) empresas de consultoria e consultores independentes; (ii) universidades ou centros de ensino superior; (iii) institutos de pesquisa ou centros tecnológicos; (iv) centros de capacitação profissional e assistência técnica; (v) instituições de testes, ensaios e certificações; (vi) conferências, encontros e publicações especializadas; (vii) feiras e exposições; e (viii) redes de informação informatizadas.

Todas essas fontes são importantes para contribuir com novas ideias, estimular mudanças incrementais, concretizar uma opção de direção, gerar oportunidades a montante ou a jusante na cadeia, entre outras funções, de grande utilidade para setores específicos que acabam sendo favorecidos, e por isso foram escolhidas para entender qual tem o maior potencial de promover o progresso nos diversos segmentos estudados. A empresa poderá partir de uma fonte própria e/ou buscar informações externas, dependendo da estratégia de inovação implementada e da capacidade da mesma de absorver e combinar tais informações.

Para compreender se há diferenças no impacto de cada fonte de informação na atividade inovativa de empresas inovadoras sem interação e inovadoras com interação, foram elaboradas a Tabela 3.3 e Tabela 3.4 com as mesmas informações para os dois grupos de empresas.

A Tabela 3.4 apresenta todas as fontes de informação buscadas pelas empresas não interativas, tanto internas quanto externas à sua cadeia produtiva, para cada segmento de intensidade tecnológica, que foram apontadas como de alta e média relevância. Por sua vez, a Tabela 3.3 exibe as respostas sobre as fontes de informação dadas pelas empresas que inovaram com relação de cooperação.

Ambas as Tabelas apresentam o número absoluto de empresas que inovam com interação e sem interação – cada qual em sua respectiva tabela. Já os dados sobre as fontes de informação aparecem em formato percentual e são dados pela razão entre a variável observada e o total de empresas inovadoras para seu grupo de intensidade tecnológica – interativas e não interativas –, e

não em relação à indústria de transformação. Assim, a observação sempre é feita para cada variável específica, considerando separadamente o subconjunto “alta e média relevância” frente às respostas de “baixa ou sem relevância”.

Esse último conjunto de respostas – qual seja, “baixa ou sem relevância” – não será apresentado porque, na maioria dos casos, o total de respostas deve equivaler a 100%. Em dois casos específicos a soma das respostas de “alta e média relevância” e “baixa ou sem relevância” não completa 100% quando observamos os grupos tecnológicos. É o caso das variáveis ‘P&D interna’ e ‘outra empresa do grupo’, que não foram apontadas por todas as empresas como uma fonte de informação utilizada para inovação. Quando a P&D interna não é citada significa que nem todas as empresas possuem laboratórios de P&D e, por sua vez, não citar outra empresa do grupo pode indicar que a empresa não faz parte de uma corporação ou grupo maior de empresas com filiais para obter qualquer tipo de informação.

Na sequência há também as Tabelas 3.3 e 3.4 onde é possível conhecer a origem da fonte de informação utilizada, referindo-se a fontes de informação localizadas no Brasil ou no exterior.

Tabela 3.3: Fontes de informação de alta e média relevância para a inovação de empresas interativas, em % (2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Fontes ligadas à cadeia produtiva					
		Pesquisa e Desenvolvimento	Outras áreas da empresa	Outra empresa do grupo	Fornecedores	Clientes ou consumidores	Concorrentes
Baixa Tecnologia	1.679	13,3	70,1	11,6	89,2	77,4	65,8
Média-Baixa Tecnologia	864	15,6	77,6	23,3	85,7	79,8	65,2
Média-Alta Tecnologia	900	29,4	80,8	23,1	77,3	84,2	40,1
Alta Tecnologia	349	57,5	65,0	18,2	83,8	78,7	59,2
Ind. de transformação	3.790	21,7	73,9	17,6	85,1	79,7	59,0

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Fontes externas à cadeia produtiva							
		Empresas de consultoria	Universidades ou outros centros de ensino superior	Institutos de pesquisa	Centros de capacitação profissional	Instituições de testes e certificações	Conferências e publicações especializadas	Feiras e exposições	Redes de informação informatizadas
Baixa Tecnologia	1.679	53,3	35,5	26,3	47,3	32,3	54,7	69,2	78,5
Média-Baixa Tecnologia	864	40,6	35,1	28,0	26,9	60,6	50,9	64,1	81,6
Média-Alta Tecnologia	900	52,6	37,4	29,6	38,4	46,1	56,9	50,8	78,8
Alta Tecnologia	349	62,7	62,0	55,4	49,7	63,9	69,7	86,9	85,4
Ind. de transformação	3.790	51,1	38,3	30,1	40,8	45,0	55,7	65,3	79,9

Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Extração especial – tabulação própria.

Tabela 3.4: Fontes de informação de alta e média relevância para a inovação de empresas não interativas, em % (2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação	Fontes ligadas à cadeia produtiva					
		Pesquisa e Desenvolvimento	Outras áreas da empresa	Outra empresa do grupo	Fornecedores	Clientes ou consumidores	Concorrentes
Baixa Tecnologia	18.123	3,0	54,0	4,8	62,8	65,6	46,0
Média-Baixa Tecnologia	8.886	5,9	64,1	5,6	67,2	66,7	47,2
Média-Alta Tecnologia	6.462	19,1	69,9	13,6	61,3	70,3	40,5
Alta Tecnologia	1.099	24,1	77,6	13,7	59,9	73,0	47,7
Ind. de transformação	34.571	7,4	60,3	6,9	63,6	67,0	45,3

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação	Fontes externas à cadeia produtiva							
		Empresas de consultoria	Universidades ou centros de ensino superior	Institutos de pesquisa	Centros de capacitação profissional	Instituições de testes e certificações	Conferências e publicações especializadas	Feiras e exposições	Redes de informação informatizadas
Baixa Tecnologia	18.123	17,7	9,0	9,1	20,2	13,3	30,2	53,5	65,0
Média-Baixa Tecnologia	8.886	18,6	10,4	9,0	17,6	24,9	31,4	52,1	68,3
Média-Alta Tecnologia	6.462	17,6	14,6	11,5	17,6	21,0	29,5	57,7	71,3
Alta Tecnologia	1.099	24,6	20,1	15,8	17,1	32,4	54,6	67,8	80,9
Ind. de transformação	34.571	18,1	10,8	9,7	18,9	18,3	31,1	54,4	67,5

Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Extração especial – tabulação própria.

Tabela 3.5: Localização das fontes de informação para inovação de empresas interativas, em % (2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Fontes ligadas à cadeia produtiva								Fontes externas à cadeia produtiva					
		Outra empresa do grupo		Fornecedores		Clientes ou consumidores		Concorrentes		Empresas de consultoria		Universidades ou centros de ensino superior		Institutos de pesquisa	
		Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior
Baixa Tecnologia	1.679	10,2	1,9	79,7	14,1	79,9	3,2	64,3	7,9	61,9	0,4	43,3	0,2	37,8	0,2
Média-Baixa Tecnologia	864	18,5	6,4	71,1	16,9	83,8	1,7	74,7	4,8	52,7	1,7	45,4	0,4	30,8	1,5
Média-Alta Tecnologia	1.011	8,2	17,1	66,3	17,8	82,9	3,5	52,0	6,4	61,0	2,1	46,4	1,1	36,2	2,8
Alta Tecnologia	349	10,3	11,9	74,0	18,4	79,9	2,6	47,9	22,7	62,4	6,6	69,8	0,6	55,5	8,7
Ind. de Transformação	3.790	11,4	7,5	74,0	15,8	81,3	3,0	61,5	8,2	59,0	1,7	46,2	0,5	37,0	1,7

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Fontes externas à cadeia produtiva									
		Centros de capacitação profissional		Instituições de testes e certificações		Conferências e publicações especializadas		Feiras e exposições		Redes de informações informatizadas	
		Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior
Baixa Tecnologia	1.679	51,4	0,2	36,6	1,0	53,8	8,4	71,7	9,0	70,2	13,3
Média-Baixa Tecnologia	864	39,4	0,5	74,0	1,1	56,7	6,2	76,3	5,7	70,8	18,8
Média-Alta Tecnologia	1.011	47,0	1,4	53,0	2,7	54,6	12,8	51,4	9,9	67,6	21,0
Alta Tecnologia	349	56,8	6,0	65,6	7,1	63,9	14,9	76,4	13,8	69,3	23,3
Ind. de transformação	3.790	47,7	1,0	51,1	2,0	55,2	9,4	67,6	8,9	69,5	17,4

Fonte: PINTEC (2010) – IBGE. Extração especial – tabulação própria.

Tabela 3.6: Localização das fontes de informação para inovação de empresas não interativas, em % (2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação	Fontes ligadas à cadeia produtiva								Fontes externas à cadeia produtiva					
		Outra empresa do grupo		Fornecedores		Clientes ou consumidores		Concorrentes		Empresas de consultoria		Universidades ou centros de ensino superior		Institutos de pesquisa	
		Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior
Baixa Tecnologia	18.123	4,4	0,7	68,2	5,0	70,8	0,6	55,6	1,1	23,3	0,1	13,0	0,2	12,8	0,1
Média-Baixa Tecnologia	8.886	4,7	1,4	69,7	4,3	70,7	0,5	56,1	1,5	25,4	0,2	13,6	0,0	14,5	0,2
Média-Alta Tecnologia	6.462	8,2	6,1	66,9	8,9	75,0	1,0	53,5	5,3	24,0	1,2	21,5	0,1	17,7	0,3
Alta Tecnologia	1.099	7,7	7,4	62,1	11,1	80,6	1,5	57,9	8,7	32,2	0,6	30,5	0,1	27,4	0,1
Ind. de transformação	34.571	5,3	2,1	68,2	5,7	71,9	0,7	55,4	2,2	24,3	0,3	15,3	0,1	14,7	0,1

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação	Fontes externas à cadeia produtiva									
		Centros de capacitação profissional		Instituições de testes e certificações		Conferências e publicações especializadas		Feiras e exposições		Redes de informações informatizadas	
		Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior	Brasil	Exterior
Baixa Tecnologia	18.123	24,3	0,0	17,1	0,1	35,1	2,0	55,4	3,8	64,7	4,6
Média-Baixa Tecnologia	8.886	25,3	0,0	29,9	0,1	39,7	1,5	56,7	4,0	70,0	3,8
Média-Alta Tecnologia	6.462	23,3	0,2	28,0	1,0	36,5	4,0	61,6	6,3	66,2	14,7
Alta Tecnologia	1.099	26,5	0,0	40,9	0,7	60,3	6,2	73,8	5,6	72,5	18,8
Ind. de transformação	34.571	24,4	0,1	23,2	0,3	37,3	2,4	57,5	4,4	66,6	6,8

Fonte: PINTEC (2010) – IBGE. Extração especial – tabulação própria.

Os dados da Tabela 3.4, sobre empresas que inovam sem realizar cooperação, nota-se uma disposição muito menor para realizar P&D interna vis-à-vis aquelas que inovam com interação (descritas na Tabela 3.3), pois poucas empresas inovadoras não interativas da indústria de transformação deram alta ou média importância a esse fator. Essa menor disposição pode ser um prejuízo decorrente da falta de capacitação das empresas inovadoras sem interação, que diferente das empresas interativas, não consolidam sua atividade de P&D com a prática da cooperação. Conforme defendido por autores como Teece (2007), Cohen e Levinthal (1990), entre outros, o acúmulo de capacitações oriundas da atividade inovativa só faz que a capacidade de inovar das empresas aumente cada vez mais. Esse potencial pode ser maximizado se complementado com a experiência de outros agentes, fator importante para a atividade de P&D ser direcionada e apresentar maior possibilidade de resultados proveitosos.

Para a indústria de transformação, apenas 7,5% das empresas inovativas sem interação afirmaram que a P&D interna tem alta e média importância para sua inovação (Tabela 3.4), enquanto que esse percentual triplica para 21,7% para as empresas que inovam com cooperação (Tabela 3.3). Uma explicação parcial para esse baixo percentual é que a estrutura produtiva brasileira é dominada pelos grupos de baixa e média-baixa tecnologia, segmentos menos dependentes da P&D para inovar. Outra explicação parcial para o baixo grau de realização de P&D interna no Brasil é que o sistema nacional de inovação do país é imaturo (ALBUQUERQUE e SUZIGAN, 2011), emergente (CHAMINADE et al, 2009) e fraco relativamente aos dos países desenvolvidos (OCDE, 2005a) e, portanto, dependente dos modelos DUI, de aprendizagem com a prática dos tipos *learning-by-doing*, *learning-by-using* e *learning-by-interacting* (LUNDVALL, 1992; CHAMINADE et al, 2009; JESEN et al, 2007; VIOTTI, 2002) ao invés do modelo STI (*science, technology and innovation*). Em outras palavras, as relações ligadas ao aprendizado tecnológico e a difusão tecnológica são muito relevantes para a estrutura industrial brasileira²¹.

Complementarmente, os grupos de menor intensidade tecnológica apresentam uma baixa proporção de empresas que realizam P&D interna²², a qual se eleva à medida que aumenta a

²¹ Nos países desenvolvidos como Estados Unidos e Japão, o modelo STI predomina (CHAMINADE et al, 2009; VIOTTI, 2002).

²² Há expressivo número de empresas que consideram a P&D própria como importante fonte de informação para a inovação. Entretanto, observa-se que nem todas as empresas possuem um laboratório de P&D interno, já que a soma das respostas de alta e baixa relevância não corresponde ao total de empresas inovadoras em cada categoria tecnológica.

intensidade tecnológica como prediz a teoria (OCDE, 2003). O segmento de baixa tecnologia é o que apresenta o valor mais baixo – de apenas 3,1% no caso das empresas inovadoras sem interação e 13,3% no caso das empresas inovadoras com interação. Já para os setores de maior intensidade tecnológica os valores crescem substantivamente – embora ainda abaixo de países desenvolvidos como EUA, Japão e Alemanha –, para as empresas interativas de média-alta tecnologia, 29,4% consideram a P&D interna como fonte relevante de informações para inovar (e 19,2% das não interativas). Na alta tecnologia esse percentual alcança 57,5% das empresas interativas (e 24,8% das não interativas) – vide Tabela 3.3 e Tabela 3.4 – ilustrando o argumento de que nos últimos dois grupos tecnológicos a atividade de P&D é crucial para a inovação (PAVITT, 1984; OCDE, 2003).

Como a P&D é uma atividade custosa, incerta e que exige investimentos contínuos para ter a possibilidade de proporcionar algum retorno, a maioria dessas empresas que não a desenvolveu ou não tem capacitação para tanto estão num círculo vicioso onde a falta de capacitação só aumenta a fraqueza em realizar essa e outras atividades inovativas. Ainda, por estar se referindo a empresas que inovam sem interação, o efeito negativo é acentuado, pois elas não têm parceiros que podem ajudar a assimilar rapidamente o conhecimento livre que já existe, e menos ainda, o conhecimento oriundo de novas pesquisas uma vez que não as realiza.

Outras fontes de informação que merecem ser destacadas são ‘fornecedores’, ‘clientes ou consumidores’ e ‘redes de informação informatizadas’ pois aparecem como mais importantes (com alta e média relevância) para todos os grupos de intensidade tecnológica das empresas que inovaram com interação (Tabela 3.3) e para as empresas que inovaram sem interagir (Tabela 3.4). É de conhecimento difundido na literatura que os fornecedores e clientes são fontes de informação importantes para a inovação (ROSENBERG, 1982; LUNDVALL, 1988; VON HIPPEL, 2005), eles estimulam formas de aprendizado pela prática e também são fundamentais para a implementação da inovação como preza o modelo interativo, em que o conhecimento flui nas diversas direções da cadeia produtiva.

A Tabela 3.5 e a Tabela 3.6 auxiliam na qualificação das fontes de informação ao indicar sua origem (Brasil ou exterior). Por meio delas nota-se que as empresas interativas estabelecem sua rede no próprio país, uma vez que os dados mostram a maior utilização de fornecedores e clientes nacionais (74% das empresas interativas utilizam fornecedores locais e 81,3% aproveitam para obter informações de clientes locais). Em relação às empresas não interativas, a

rede nacional também é significativa, porém um pouco menos densa (68,2% utilizam informações de fornecedores locais e 71,9% preferem as informações de clientes localizados no Brasil a clientes do exterior). A participação relevante de clientes nacionais para ambos os grupos de empresas evidencia o enfoque da inovação para o mercado local. Pensando no adensamento do sistema nacional de inovação, é melhor que as empresas utilizem fontes de informação nacionais, principalmente as empresas que fazem parcerias, já que desta forma o conhecimento se difunde mais rapidamente, ao mesmo tempo em que é absorvido por mais agentes.

As fontes localizadas no exterior mostram alguma importância para as empresas interativas, já para as não interativas, a média de utilização das fontes localizadas no exterior é muito baixa. Isso mostra que as empresas interativas são mais globalizadas e estão atentas ao conhecimento desenvolvido em diferentes partes do mundo possivelmente a fim de englobá-lo ao seu portfólio de ativos intangíveis e aplicá-los em outras regiões onde possui mercado.

No entanto, chama atenção que redes de informação são tão e às vezes até mais importantes que as demais fontes. Isso mostra que as empresas que inovam de forma isolada (sem parcerias) ou conjunta (com parcerias) buscam conhecimentos que estão livremente disponíveis, uma vez que essas redes geralmente são de fácil acesso e não possuem custo elevado para participar. Ademais, as redes de informações utilizadas são essencialmente brasileiras, e não estrangeiras (vide Tabelas 3.5 e 3.6), reforçando mais uma vez o enfoque nacional das inovações produzidas pelas empresas analisadas. Essa também pode ser a razão pela qual algumas empresas não interativas citaram universidades ou institutos de pesquisas como fontes de alta e média relevância, apesar de não interagirem com elas. Aqui as empresas podem utilizar indiretamente o conhecimento gerado por universidades ou institutos de pesquisas para realizar sua inovação, já que ele também é livre. Esses exemplos de empresas podem vir, futuramente, a concretizar parcerias com universidades ou institutos de pesquisas, já que estão monitorando ou acompanhando de perto o desenvolvimento da ciência tanto teórica quanto prática nessas instituições.

No geral, observando todas as fontes de informação externas à cadeia produtiva da empresa, nota-se que a maioria delas possui menor relevância quando confrontadas com as fontes internas (exceto as redes de informação e feiras e exposições), especialmente para as que inovam sem interação. Nestes casos, as empresas de consultoria, universidades, institutos de pesquisa, centros de capacitação profissional e instituições de testes foram citadas por menos de 20% das

empresas, na média da indústria de transformação, como fontes de informação relevante para a inovação.

Em suma podemos concluir que as fontes de informação internas à cadeia produtiva são formas ativas de se realizar a inovação²³, por outro lado, a utilização de fontes externas à cadeia configura-se como maneiras passivas de se alcançar o mesmo objetivo (a inovação), concordando com a argumentação de Malerba (1992). Portanto, as empresas brasileiras inovadoras que compõem a amostra analisada nas tabelas são caracterizadas com uma postura mais ativa, uma vez que utilizam em maior grau as fontes de informação ligadas à cadeia produtiva. Além de estratégias mais ativas, as empresas inovadoras incluindo interativas e não interativas focam-se em utilizar fontes de informação nacionais, dado que as Tabelas O e P indicam o uso massivo de fontes localizadas no Brasil. Esse fato ajuda a incrementar a capacidade inovativa de instituições brasileiras ao invés de repassar essa oportunidade para instituições que não estão localizadas no país.

Além dessa observação geral, é interessante destacar que as empresas interativas sabem aproveitar melhor as fontes de informação, dado que o leque de opções consultadas é mais diversificado e, quando se busca a informação, a utilização é mais intensa (ou seja, mais empresas consideram a variável como relevante).

Voltando à análise por grupos tecnológicos, nota-se que na baixa tecnologia existe uma grande importância para fontes informais (que excluem a P&D), tais como ‘outras áreas’ da empresa, ‘feiras’, ‘concorrentes’, entre outras, confirmando que as inovações nesse grupo são mais incrementais do que radicais (como novos produtos), uma vez que as sugestões para inovação podem surgir de fontes que não estão interligadas diretamente com áreas de pesquisa.

Por outro lado, o grupo de alta tecnologia formado por empresas interativas é o que mais utiliza a P&D interna e menos aproveita outras áreas da empresa como fontes de informação para suas inovações. Isso mostra que nesse grupo as atividades inovativas exigem avanços de cunho científico, e não apenas incrementos que podem ser encontrados de forma mais simples, por exemplo, em áreas com baixa capacitação em pesquisa. Além disso, a alta tecnologia também é o grupo que assinalou maior relevância para as fontes externas à cadeia produtiva (que incluem as

²³ O baixo índice de respostas para a fonte de informação ‘outra empresa do grupo’ pode indicar que as respondentes não possuem outras unidades e por isso não têm como consultá-las. Contudo, quando essa fonte de informação é utilizada, sua relevância é baixa, o que pode significar que as inovações feitas por essas empresas possuem uma abrangência local preocupada em se adaptar aos gostos do consumidor e, por isso a informação oriunda de outras unidades não produziria efeitos sobre a atividade inovativa de uma unidade localizada em outra região.

universidades e institutos de pesquisa), evidenciando a preocupação em acompanhar o desenvolvimento científico do seu setor ao mesmo tempo em que desenvolve internamente uma capacitação em pesquisa para não ficar dependente de atores de fora da cadeia produtiva.

3.3.2. Como as empresas inovam: atividades, tipo de inovação e amplitude da novidade

As empresas possuem uma variada gama de atividades que podem utilizar na intenção de inovar. Como Cohen e Levinthal (2002) destacaram no decorrer de seu trabalho, a capacidade inovativa de uma empresa está atrelada a diversos conhecimentos que podem ser obtidos interna e externamente à empresa. Alguns desses conhecimentos são potencializadores da capacidade de inovar, uma vez que fornecem novas habilidades para a empresa agregar a outras que já possui para dar continuidade à sua atividade inovativa; é um sistema de retroalimentação. Esse argumento também é compartilhado por Teece (1996) que considera o acúmulo de capacidades dinâmicas decisivo para a empresa que deseja se destacar pela inovação. Nonaka e Takeuchi (1997) mostram como a criação do conhecimento é determinante para a inovação da empresa:

Do nosso ponto de vista, a criação do conhecimento alimenta a inovação, mas não o *conhecimento* em si. Em outras palavras, o processo através do qual o novo conhecimento é criado dentro da organização – sob a forma de novos produtos, serviços ou sistemas – torna-se a pedra fundamental das atividades inovadoras. (NONAKA e TAKEUCHI, 1997, p. 275, itálico no original).

Dosi, Pavitt e Soete (1990) também advertiram que a inovação é um processo que demanda diversas competências, já que a mudança tecnológica conduzida pelas empresas é decorrência de processos de inovação, imitação e difusão. Não obstante, as empresas precisam estar qualificadas e capacitadas para tirarem proveito das atividades existentes no mercado para fomentar seu potencial inovador.

Pela Pintec (2010) conseguimos distinguir as atividades inovativas desempenhadas pelas empresas brasileiras para concretizarem sua inovação. Contudo, é preciso frisar que existem atividades relativamente simples ou informais que não geram gastos para as empresas – como

uma mudança no *layout* da planta produtiva que otimiza o processo produtivo; a troca informal de informações com fornecedores ou clientes que resulta em novos projetos; ou então as indicações e sugestões feitas por operários e funcionários de diversas áreas da empresa que resultam em técnicas ou produtos aperfeiçoados – assim, embora alguns exemplos não estejam presentes na lista a seguir, devemos lembrar que eles existem.

Dito isso, as atividades que a Pintec (2010) considera como atividades inovativas²⁴ são: i) atividades internas de P&D; ii) aquisição externa de P&D; iii) aquisição de outros conhecimentos externos; iv) aquisição de *software*; v) aquisição de máquinas e equipamentos; vi) treinamento; vii) introdução da inovação no mercado; viii) projeto industrial e outras preparações técnicas. Todas elas são apresentadas na Tabela 3.7 e Tabela 3.8 a seguir.

²⁴ Lembrando que a metodologia em que o IBGE se ampara para elaborar o questionário da PINTEC é a apresentada no Manual de Oslo, o mesmo utilizado pelos países europeus para suas próprias pesquisas sobre inovação.

Tabela 3.7: Atividades inovativas realizadas por empresas interativas, em % de empresas e R\$ milhões (2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Dispêndios realizados nas atividades inovativas							
		DISPÊNDIO TOTAL COM INOVAÇÃO		Atividades internas de P&D		Aquisição externa de P&D		Aquisição de outros conhecimentos externos	
		Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)
Baixa Tecnologia	1.679	92,6	4.423	13,7	823	8,6	40	21,1	39
Média-Baixa Tecnologia	864	96,8	5.655	17,6	2.172	15,6	589	16,1	199
Média-Alta Tecnologia	900	95,0	10.467	31,1	3.797	16,7	450	26,1	521
Alta Tecnologia	349	97,3	2.168	60,3	824	26,8	352	31,0	35
Ind. de transformação	3.790	94,5	22.713	23,0	7.616	13,8	1.431	22,1	794

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Dispêndios realizados nas atividades inovativas									
		Aquisição de <i>software</i>		Aquisição de máquinas e equipamentos		Treinamento		Introdução da inovação no mercado		Projeto industrial e outras preparações técnicas	
		Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)
Baixa Tecnologia	1.679	38,5	122	77,5	2.784	36,5	51	29,4	217	29,4	347
Média-Baixa Tecnologia	864	53,9	205	82,2	1.713	58,1	83	39,3	45	58,3	650
Média-Alta Tecnologia	900	47,5	159	64,7	3.785	55,0	186	34,3	853	51,2	716
Alta Tecnologia	349	36,7	32	84,6	388	58,5	19	61,8	277	56,3	242
Ind. de transformação	3.790	44,0	518	76,2	8.670	47,8	339	35,8	1.392	43,6	1.955

Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Extração especial – elaboração própria

Tabela 3.8: Atividades inovativas realizadas por empresas não interativas, em % de empresas e R\$ milhões (2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação	Dispêndios realizados nas atividades inovativas							
		DISPÊNDIO TOTAL COM INOVAÇÃO		Atividades internas de P&D		Aquisição externa de P&D		Aquisição de outros conhecimentos externos	
		Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)
Baixa Tecnologia	18.123	74,2	7.180	4,5	398	1,4	29	7,3	111
Média-Baixa Tecnologia	8.886	79,5	5.330	8,0	314	2,7	82	6,9	71
Média-Alta Tecnologia	6.462	83,9	6.705	21,6	1.900	5,2	556	11,7	171
Alta Tecnologia	1.099	89,6	1.482	29,3	422	6,9	155	13,6	51
Ind. de transformação	34.571	77,9	20.697	9,4	3.034	2,6	322	8,2	404

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação	Dispêndios realizados nas atividades inovativas									
		Aquisição de <i>software</i>		Aquisição de máquinas e equipamentos		Treinamento		Introdução da inovação no mercado		Projeto industrial e outras preparações técnicas	
		Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)	Empresas (%)	Valor (10 ⁶ R\$)
Baixa Tecnologia	18.123	17,8	283	59,1	5.235	23,4	188	21,3	330	20,5	607
Média-Baixa	8.886	17,9	114	66,3	4.068	31,9	222	22,9	111	24,2	347
Média-Alta Tecnologia	6.462	26,0	173	59,2	3.016	36,4	145	32,0	345	33,6	899
Alta Tecnologia	1.099	34,1	35	63,0	296	47,7	28	43,6	341	43,7	154
Ind. de transformação	34.571	19,9	605	61,1	12.615	28,8	583	24,4	1.127	24,6	2.007

Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Extração especial – elaboração própria

Antes de dar sequência, alguns pontos devem ser esclarecidos. Primeiro, todas as atividades inovativas da Pintec são contabilizadas pelos gastos realizados nas inovações já implementadas e nos projetos em andamento e/ou abandonados para o ano de 2008. De acordo com a Pintec (2010, p. 20), não existe uma correlação entre as inovações que são implementadas e o número de projetos inovadores, dado que um projeto pode gerar mais de um resultado ou ainda, uma inovação implementada pode ter origem em diversos projetos que a empresa desenvolveu. Segundo, a aquisição de máquinas e equipamentos inclui também a compra de *hardware* e compreende especificamente bens comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados, ou seja, não é qualquer tipo de equipamento, mas apenas os direcionados a inovação. E terceiro, da mesma forma que máquinas e equipamento, para os gastos com treinamento foi considerado apenas aquele direcionado ao desenvolvimento de produtos e processos novos ou substancialmente aprimorados e relacionados às atividades inovativas da empresa. Observe que a lista de atividades inovativas da Pintec (2010) é muito ampla/rica em comparação com outras pesquisas internacionais, como *Community Innovation Surveys* (CIS) para os países europeus.

Por meio da Tabela 3.7 e da Tabela 3.8 ilustramos o que foi dito no Capítulo 2, que as fontes de inovação vão além da P&D interna. Assim, confirmamos que existem diversas formas de uma empresa inovar, algumas a partir de aquisição de conhecimentos desenvolvidos por terceiros e outras concretizadas pela própria firma.

O primeiro ponto que nos chamou atenção nas Tabelas 3.7 e 3.8 é que parte das empresas da indústria de transformação não realizaram dispêndios com inovação. Isso ocorreu porque algumas empresas declararam ter implementado inovações ou projetos inovadores no decorrer do período analisado, porém não dispenderam nenhum valor monetário para a atividade, ou seja, estamos nos referindo a empresas que inovaram sem gastar. Para o conjunto de empresas inovadoras e interativas, 5,5% das 3.790 empresas conseguiram implementar sua inovação sem gastar com ela e no caso das empresas que inovaram sem interação, a quantidade é maior e representa 22,1% de 34.571 empresas. Isso evidencia que quase um quarto das empresas inovadoras não interativas apresentam poucos esforços sistemáticos para desenvolver inovações.

O segundo ponto que queremos destacar para a indústria de transformação é o importante papel da compra de máquinas e equipamentos dentre as atividades inovativas para todas as empresas. Para o conjunto de empresas inovadoras e interativas a compra de máquinas e

equipamentos foi executada por 76,2% das empresas, consumindo o equivalente a R\$ 8,7 bilhões (ou 38,2% dos dispêndios com inovação). Já para as empresas que inovaram sem realizar cooperação, a aquisição de máquinas e equipamentos também configura a atividade inovativa mais requisitada, sendo utilizada por 61,1% das empresas e somando R\$ 12,6 bilhões (o que representa 59,9% dos gastos em atividades inovativas). Pelos valores percentuais nota-se que as empresas inovadoras sem interação destinam a maior parte de seus recursos com inovação a esta forma de inovar (59,9% do total), com uma participação maior que a correspondente às empresas interativas (38,2% dos gastos totais), mostrando que esse segundo grupo diversifica mais seu leque de atividades inovativas.

Além disso, aquisição de máquinas e equipamentos representa a atividade inovativa mais empregada por todos os grupos de intensidade tecnológica, tanto para as empresas inovativas com ou sem interação. Diferentemente da P&D, que está concentrada maciçamente nos grupos de alta e média-alta tecnologia segundo Pavitt (1984) e a OCDE (2005c), a compra de máquinas e equipamentos é está diluída por todos os grupos tecnológicos, uma vez que a inovação está incorporada aos equipamentos utilizados por todas as empresas em qualquer estrato tecnológico.

Outras duas atividades apresentadas nas Tabelas 3.7 e 3.8 são complementares a compra de máquinas e equipamentos, que são: i) treinamento, para que os funcionários aprendam a operar novos equipamentos e também a aperfeiçoar técnicas que permitam incrementos de produtividade; e ii) projeto industrial, principalmente por incluir os gastos com mudanças nos processos de produção e com preparações técnicas (como ensaios, testes, normatização, metrologia, entre outros) para implementar a inovação. Treinamento foi utilizado como atividade inovativa por 47,8% das empresas inovadoras e interativas e, por sua vez, a instalação de um projeto industrial foi utilizada por 43,6% das empresas que inovaram com relação de cooperação, gastando para isso a quantia de R\$ 1,9 bilhão (8,6% das atividades inovativas).

Pode-se inferir que aquisição de máquinas esteja relacionada com o aumento da eficiência produtiva visando: (i) a redução de custo das matérias-primas e consumo energético; (ii) a modernização tecnológica, ao substituir equipamentos velhos por novos; (iii) melhorias na gestão através da alteração no *layout* da fábrica ao substituir equipamentos grandes por outros menores que permitem uma flexibilização maior da produção; (iv) inovações de processo quando uma máquina nova substitui duas ou mais máquinas/equipamentos ou encurta o processo produtivo ao realizar uma tarefa que antes era feito em mais etapas; (vi) inovações de produto resultantes de

uma máquina nova para a produção de um produto novo para a empresa ou para o mercado nacional. Em resumo, a compra de máquinas e equipamentos pode estar atrelada as diversas estratégias das firmas, mas predomina a estratégia de aumento da eficiência produtiva e, conseqüentemente, elevação da produtividade. Essa estratégia pode ser caracterizada mais como defensiva no sentido de preservar/manter a participação de mercado das firmas, embora algumas empresas, especialmente em segmentos *commoditizados* com grandes escalas produtivas, possam ser líderes em custo e ganhar participação no mercado ao venderem produtos a preços inferiores.

A estratégia ofensiva, oposta à descrita no parágrafo anterior, refere-se àquela que visa o aumento do faturamento e da participação no mercado através da introdução de produtos novos e significativamente melhorados.

A comparação das empresas que inovaram sem interação versus as empresas que inovaram com interação revela que as estratégias das primeiras são mais defensivas e das últimas mais ofensivas quanto à estrutura dos gastos em atividades inovativas. Isso porque, no caso das firmas inovadoras sem interação, 73,4% dos gastos em atividades inovativas concentram-se em aquisição de ‘máquinas e equipamentos’, ‘treinamento’ e ‘projetos industrial e outras preparações técnicas’ e apenas 14,7% referem-se a P&D interna (a qual é realizada por apenas 9,4% das empresas). Além disso, a Tabela 3.11, da próxima seção, apresenta o grau de novidade – novo para empresa ou novo para o país – das inovações de produto e de processo implementadas no período 2006-2008 e deixa claro que a grande maioria das inovações realizadas pelas empresas inovadoras sem interação foi nova para as próprias firmas e apenas uma pequena fração das inovações foram novas para o mercado nacional. Assim, a estratégia dominante foi defensiva ou reativa com o ideal de manter a participação no mercado por intermédio do domínio de produtos novos para as empresas, mas já existentes no país. Nesse sentido, do ponto de vista da firma ocorreu inovação, mas do ponto de vista do país esse processo pode mais bem ser caracterizado como difusão²⁵ (FURTADO, 2006).

As firmas inovadoras com interação despenderam 38,8% dos gastos com atividades inovativas em P&D interna e externa, porcentagem que representou R\$ 9.047 bilhões em 2008²⁶.

²⁵ Para Rosenberg (1972; 1975) as formas com que as empresas se deparam para inovar não se restringem a modelos disruptivos, há diversas outras formas menos radicais de a empresa alcançar a inovação. A principal maneira que ele cita em alguns de seus trabalhos refere-se à difusão, uma vez que incrementos ou melhoramentos marginais embarcados em produtos ou processos inovadores de modo contínuo podem se acumular de tal modo que geram impactos tão substantivos quanto a inovação inicial.

²⁶ No conjunto de empresas inovativas com interação, o setor de fabricação de veículos automotores é responsável

Este valor é 2,7 vezes maior que aquele verificado para as empresas que inovaram sem interação, sendo que estas correspondem a uma amostra de empresas 9,1 vezes superior à das firmas que inovaram com interação. Assim, relativamente às firmas inovadoras não interativas, as empresas inovadoras com interação são mais ofensivas ou ativas e isso pode ser percebido pelo fato de 31,1% do total de suas inovações de produto serem novas para o mercado nacional, percentual que ultrapassa 50% no grupo de alta tecnologia (vide Tabela 3.10 da próxima seção). Outras evidências complementares é que o faturamento médio das empresas inovadoras com interação em 2008 foi 10,5 vezes superior ao das firmas inovadoras sem interação em 2008 (vide Tabela 3.2, do faturamento médio).

Um aspecto que confirma a teoria de Pavitt (1984), independente das firmas inovarem com ou sem interação, é que no caso do grupo de baixa tecnologia apenas uma pequena proporção das empresas (13,7% das interativas e 4,5% das não interativas) afirmou investir em P&D, no entanto, 77,5% das interativas e 59,1% das não interativas afirmaram ter gasto com a compra de máquinas e equipamentos. Isso evidencia o que Pavitt (1994) classificou de “dominados por fornecedores”, já que a inovação da baixa tecnologia está intimamente ligada – se não dependente – aos novos produtos que os fornecedores de equipamentos lançam no mercado. O setor que se destaca entre os de baixa tecnologia é a fabricação de produtos alimentícios e bebidas, o qual sozinho representa mais de 70% dos gastos desse grupo tecnológico nas compras de máquinas e equipamentos de empresas interativas²⁷.

Outro caso que confirma a teoria de Pavitt (1984) refere-se ao fato de 60% das empresas inovativas com interação do grupo de alta tecnologia despender recursos com P&D, ou seja, esse grupo tecnológico por depender maciçamente da P&D é “baseado em ciência”. Essa porcentagem é razoavelmente elevada e até comparável com países desenvolvidos, no entanto, os gastos em P&D em montante são ainda muito reduzidos e bem inferiores àqueles realizados pelos países desenvolvidos.

Em síntese, o pequeno conjunto de empresas inovativas com interação pode ser comparado com os países desenvolvidos, uma vez que é característica desses países concentrar

pela metade dos investimentos internos em P&D, seguido com participações menores pelo setor químico e outros equipamentos de transporte (com 18% e 17% de participação, respectivamente). Por sinal, fabricação de veículos automotores é o setor que mais realiza dispêndios em atividade inovativas dentre a indústria de transformação brasileira.

²⁷ Não só para a baixa tecnologia, o setor de alimentos e bebidas é o que mais realiza investimentos nessa atividade para toda a indústria de transformação, sendo responsável por 22,5% dos dispêndios com aquisição de máquinas para inovar.

esforços inovativos em atividades de P&D tanto quanto na produção de máquinas e equipamentos (veja os casos de EUA e Alemanha), utilizando e desenvolvendo conhecimentos que estão localizados na fronteira tecnológica. Já analisando por grupo tecnológico, o conjunto de empresas inovativas com interação no Brasil diverge das empresas dos países da OCDE, pois no Brasil onde mais se investe em P&D é nos grupos de média-baixa e média-alta tecnologia e não na alta tecnologia, como na OCDE.

As empresas precisaram rever suas estratégias quando a competitividade tornou-se global, e dentre as atitudes tomadas por muitas empresas está a combinação de invenções, inovações e da própria produção para multiplicar seus produtos de maneira a obter sucesso em alguma área de mercado em que atua (TEECE, 2007, p. 03). Assim, as empresas inovadoras fazem uso das atividades citadas anteriormente com a intenção de concretizar sua inovação, seja ela um produto ou um processo, algo novo ou relativamente aprimorado. Neste sentido a inovação pode ser decomposta pelo grau de abrangência da novidade, ou seja, se é um produto ou processo novo para a empresa e seu mercado de atuação, ou se é novidade para o mercado nacional.

Em geral as inovações de processo são mais frequentes, uma vez que um produto inovador demanda muito mais tempo e um nível de conhecimento elevado para compreender os sinais de que ele terá boa aceitação no mercado. Além disso, as inovações no contexto da empresa ou do seu mercado também são mais usuais em relação às que se apresentam inovadoras em termos do mercado nacional, uma vez que as empresas podem aproveitar-se dos lançamentos feitos em outros países e que ainda não foram apresentados ao mercado brasileiro para dar entrada desse produto no país como algo totalmente novo.

Na verdade, quando um produto inovador é lançado no mercado, o seu ciclo de vida é prolongado por meio das inovações incrementais e das inovações em processo. Rosenberg (1976; 1975) explica em seus trabalhos que muitas vezes as inovações incrementais podem ser mais importantes até mesmo que o próprio produto inovador, já que as mudanças decorridas desses melhoramentos podem resultar em propostas melhores que o produto original. Além disso, os setores de maior conteúdo tecnológico apresentam mais oportunidades de inovação (Pintec, 2010, p. 45), dado que estão em constante mudança tecnológica e em contato cotidiano com novas pesquisas (no âmbito dos laboratórios de P&D em que são desenvolvidos). Por sua vez, a difusão da inovação – concretizada em inovações de processo – é mais latente em setores de menor conteúdo tecnológico, dado que são produtos maduros com dinâmicas tecnológicas mais lentas.

De acordo com Arbix e De Negri (2005, p.24) as empresas especializadas em produtos padronizados têm um comportamento inovador fortemente associado à difusão tecnológica.

Do ponto de vista empírico, existem diversos textos que tratam sobre o padrão de inovação brasileiro. Em geral, eles apontam que as inovações de processo ocorrem em maior número que as de produto, e que as empresas brasileiras seguem uma estratégia muito mais de adaptação às necessidades do mercado do que de lançamento de novidades a nível nacional. Um dos trabalhos que se preocupa em distinguir as estratégias de competição das empresas é o apresentado por De Negri, Salerno e Castro (2005, p. 7-8). Os autores desenvolveram uma tipologia para o caso brasileiro subdividida em três categorias: i) firmas que inovam e diferenciam produtos: inovam em produto para o mercado e, como prêmio conseguiram alcançar um valor 30% superior em suas exportações em relação às demais exportadoras, sua estratégia competitiva é mais vantajosa, criam mais valor, capturam a maior parcela da renda gerada no mercado e estão presentes em setores mais dinâmicos; ii) especializadas em produtos padronizados: seu foco de atuação é a redução de custo, possuem métodos produtivos modernos, gestão da produção, da qualidade e logística eficientes, porém são fracas em P&D, *marketing* e gestão de marca, incluem firmas exportadoras e não exportadoras (tão eficientes quanto as que exportam); iii) firmas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor: inclui todas as que não se encaixam nas categorias anteriores, são tipicamente não exportadoras, pequenas e pouco eficientes, atuam em mercados pouco dinâmicos conseguindo vantagens pelo baixo preço, principalmente.

Sobre estratégias tecnológicas, Freeman (1981) também elaborou sua classificação, voltando-se para a forma com que a empresa é administrada. Para tanto ele definiu seis diferentes tipos, considerando que além da administração, a tecnologia utilizada pela empresa, seu setor industrial e o ambiente econômico também podem interferir no comprometimento das empresas com a inovação (incluindo a forma com que a P&D é vista, ou seja, como uma atividade crucial, necessária ou casual). Dessa forma, suas estratégias inovativas foram classificadas como: i) ofensiva: empresas pioneiras que fazem lançamento de inovações no mercado para garantir liderança técnica, possuem gastos intensivos em P&D e monitoram o mercado mundial; ii) defensiva: baseiam-se nas inovações lançadas no mercado para diferenciar seus produtos através de adaptações, utiliza P&D intensivamente e licenciamento tecnológico, reduz o risco da incerteza ligada ao inovador pioneiro; iii) imitadora: copiam as inovações lançadas pelas

empresas de estratégias ofensiva e defensiva, apoiando-se em eficiência produtiva para superar seu atraso tecnológico; iv) dependente: opera sob ordens das empresas controladoras, são empresas especializadas que não desenvolvem P&D própria e tem a produção feita sob encomenda; v) tradicional: são empresas de setores tradicionais (ou estabelecidos há muito tempo), com baixo dinamismo tecnológico e sem atividades de cunho científico; e vi) oportunista: conseguem rapidamente identificar nichos de mercado específicos e responder a mudanças tecnológicas, as atividades de P&D são raras, mas mantém sua vantagem competitiva pela exclusividade no mercado.

Portanto, as estratégias inovativas são condicionadas por diversos fatores, incluindo desde o setor industrial em que atua até as capacitações dinâmicas, habilidades específicas e o próprio comportamento mais ofensivo ou defensivo da empresa, e a combinação desses fatores indica como será o comportamento da empresa dentro de seu mercado.

As Tabelas 3.9 e 3.10 a seguir tentam identificar o comportamento quanto ao tipo de inovação – produto, processo ou ambos ao mesmo tempo – e o grau de novidade – novo para a empresa ou novo para o mercado nacional – para empresas inovadoras interativas e não interativas no período de 2006 a 2008. Pelo questionário da PINTEC, em princípio, cada empresa pode realizar apenas duas inovações, uma em produto e outra em processo. Assim, mesmo se uma empresa realizou mais de duas inovações – de qualquer tipo –, as demais não são contabilizadas pelos dados apresentados na PINTEC.

As inovações de produto podem demandar maior capacitação das empresas, pois inventar e inserir no mercado um produto totalmente novo é uma tarefa que exige pesquisa de mercado (para testar sua viabilidade e aceitação), conhecimento da área científica e tecnológica do produto, e como sugeriu Schumpeter, um toque de ousadia, uma vez que o empresário inovador corre grandes riscos ao inovar. Entretanto, a inovação de processo também é importante, pois é através dela que a empresa pode prolongar a vida útil de uma inovação, reduzir os custos de produção, sugerir mudanças incrementais para torná-la mais eficiente e ainda promover sua difusão para novos mercados. E ainda temos os casos em que a empresa inova em produto e processo ao mesmo tempo, o que caracteriza a melhor situação, pois para tanto cria habilidades em mais de uma área produtiva e tecnológica. Essas formas de inovar fazem parte de empresas com estratégias inovativas ofensiva, defensiva e até imitadoras pela classificação de Freeman (1981), pois é preciso ser capacitada para entender como produzir ou adaptar uma inovação.

Quanto à abrangência da inovação, essa realmente merece destaque quando é inovadora em relação ao mercado nacional – a outra opção é a novidade estar restrita às fronteiras da empresa –, pois significa que a empresa foi a primeira a se capacitar tecnologicamente e a estruturar uma rede de fornecedores de componentes, matérias-primas e principalmente, por adentrar um mercado consumidor ainda não existente. Nesses casos incluem-se também aqueles em que a inovação já existia em outro país e foi inserida no Brasil, mas isso não tira o mérito da empresa inovadora, pois no mínimo, ela precisou estabelecer sua rede, criando uma demanda para os agentes da cadeia que não existia antes.

Um ponto a ser observado é que a distribuição de inovações entre empresas interativas e não interativas é semelhante à distribuição de empresas em termos de quantidade; no extremo pode-se concluir que é indiferente ao grupo tecnológico se o número de empresas irá aumentar em baixa, média-baixa, média-alta ou alta tecnologia, pois a elasticidade inovação-empresa por grupo tecnológico é próxima de 1.

As tabelas a seguir mostram a forma com que as empresas concretizaram suas inovações. Recordando a metodologia da PINTEC, uma empresa pode ter inovado em produto ou em processo, ou ainda, nos dois tipos de inovação. Neste último caso, a empresa será contabilizada apenas no grupo que inovou em produto e processo, para não haver dupla contagem. Portanto, os dados abaixo indicam a quantidade de empresas que inovaram de acordo com o tipo de inovação concretizada.

Tabela 3.9: Tipo de inovação e grau de novidade para as empresas interativas, em % (2006 a 2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação		De produto				De processo				De produto e processo	
	TOTAL	% na Ind. Transf.	TOTAL	% na Ind. Transf.	Novo para a empresa	Novo para o mercado nacional	TOTAL	% na Ind. Transf.	Novo para a empresa	Novo para o mercado nacional	TOTAL	% na Ind. Transf.
Baixa Tecnologia	1.679	44,3	1.086	39,7	79,1	20,9	1.563	45,9	73,8	26,2	970	41,3
Média-Baixa Tecnologia	864	22,8	608	22,2	64,3	35,7	802	23,6	82,6	17,4	546	23,2
Média-Alta Tecnologia	900	23,7	735	26,9	65,8	34,2	753	22,1	86,5	13,5	588	25,0
Alta Tecnologia	349	9,2	309	11,3	49,2	50,8	284	8,4	66,4	33,6	245	10,4
Ind. de transformação	3.790	100,0	2.738	100,0	68,6	31,4	3.402	100,0	77,8	22,2	2.349	100,0

Fonte: PINTEC (2010) /IBGE. Extração especial – tabulação própria.

Tabela 3.10: Tipo de inovação e grau de novidade para as empresas não interativas, em % (2006 a 2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação		De produto				De processo				De produto e processo	
	TOTAL	% na Ind. Transf.	TOTAL	% na Ind. Transf.	Novo para a empresa	Novo para o mercado nacional	TOTAL	% na Ind. Transf.	Novo para a empresa	Novo para o mercado nacional	TOTAL	% na Ind. Transf.
Baixa Tecnologia	18.123	52,4	10.754	52,9	89,0	11,0	15.584	54,1	95,7	4,3	8.215	56,3
Média-Baixa Tecnologia	8.886	25,7	4.532	22,3	87,7	12,3	7.505	26,0	93,6	6,4	3.151	21,6
Média-Alta Tecnologia	6.462	18,7	4.234	20,8	73,6	26,4	4.998	17,3	93,3	6,7	2.770	19,0
Alta Tecnologia	1.099	3,2	800	3,9	73,4	26,6	745	2,6	94,3	5,7	445	3,1
Ind. de transformação	34.571	100,0	20.321	100,0	84,7	15,3	28.831	100,0	94,7	5,3	14.581	100,0

Fonte: PINTEC (2010) /IBGE. Extração especial – tabulação própria.

Comparando as Tabelas 3.9 e 3.10 vemos que a estratégia de inovar em processo é mais frequente que a estratégia de inovar em produto para todas as empresas. No caso das interativas da indústria de transformação, a quantidade de empresas que inovaram em processo supera aquelas que inovaram em produto em 24%, já para as empresas não interativas a diferença é de 42%. Assim, as empresas que inovaram em produto e processo representam 27,7% do total, já as que inovaram em produto somam 32,3% e, por fim, as empresas que inovaram em processo somam 40% do total de empresas interativas. Considerando que as inovações de processo concentram as mudanças necessárias para a difusão da inovação, e que nas empresas não interativas elas ocorrem numa quantidade 42% maior que as de produto, podemos inferir que as empresas não interativas se preocupam mais em difundir projetos inovadores (e não em lançar novos produtos). Das empresas não interativas a maioria inovou em processo, o equivalente a 45,2%, em produto foram 31,9% e já 22,3% afirmaram inovar de ambas as formas.

Lembrando que são as empresas inovadoras com interação que investem a maior parcela de seu faturamento em atividades inovativas, assim há um ciclo virtuoso de investimentos, uma vez que inovando o faturamento aumenta e o volume destinado a novos projetos inovadores se amplia também, gerando mais inovações, e assim por diante.

Quanto à amplitude da novidade, para as empresas inovadoras e interativas da indústria de transformação como um todo, os produtos novos para a empresa representam pouco mais de dois terços do que os produtos novos para o mercado nacional. Nos casos de inovações de processo, as novidades para a empresa representam mais de três quartos do total, enquanto as novidades para o mercado nacional somam menos de um quarto das inovações de processo. As inovações de produto e processo desenvolvidas concomitantemente em 2.349 empresas (ou em 27,7% dos casos) para a indústria como um todo. O que chama atenção nesse tipo de inovação é o grupo de baixa tecnologia, que representa 41% de todas as empresas que inovaram ao mesmo tempo em produto e processo para indústria de transformação. E não é só nesta forma de inovar, a baixa tecnologia também domina as inovações de produto e as de processo, sendo responsável por 40% e 46% delas, respectivamente. No outro extremo temos a alta tecnologia como o grupo que tem os percentuais mais baixos para os três tipos de inovação. Por esses percentuais notamos que a quantidade de empresas por categoria tecnológica equivale à distribuição das inovações por produto, processo e/ou produto e processo, conforme apontamos anteriormente.

Assim como os dados mostraram, é difundido na literatura que o padrão de inovação das empresas está intimamente ligado com o setor de atuação; as indústrias intensivas em escala e dominadas por fornecedores tendem a fazer mais inovação de processo; já nas indústrias mais intensivas em tecnologia e com fornecedores especializados, a inovação de produto é mais frequente (DE NEGRI, SALERNO e CASTRO, 2005, p. 26).

Seguindo mais adiante na análise, além de olhar para o tipo de inovação, a abrangência da novidade pode nos ajudar a qualificar melhor esses dois conjuntos de empresas. Neste ponto as empresas inovadoras com interação abrem vantagem em relação às não interativas, pois a proporção de novidades para o mercado nacional é maior. Portanto, estamos tratando de empresas com estratégias ofensivas – quando são inovações que não existem em lugar nenhum – e defensivas – quando são adaptações de lançamentos feitos em outro país – de acordo com a classificação de Freeman (1981). Ou seja, são as estratégias mais ativas, o que conseqüentemente as colocam numa posição favorável para realizar novas mudanças, dado que Teece (1994), Cohen e Levinthal (2002) e outros autores disseram que a geração de capacidades internas leva a empresa a inovar cada vez mais, como num círculo virtuoso.

Pelo lado do produto, as empresas interativas apresentaram 31,4% das suas inovações como novidades para o mercado nacional, já para as não interativas esse grau de novidade cai pela metade, chegando a 15,3% – ou seja, uma em cada três inovações de produto das interativas são novas para o mercado nacional, já quanto às não interativas a relação é de uma para cada 6,5 inovações. Pelo lado do processo, os lançamentos novos em relação ao mercado nacional representaram 22,2% do total apresentado por empresas interativas (vide Tabela 3.9). Em compensação, para as não interativas a relação é bem mais baixa, somando apenas 5,3% das inovações – a relação aqui é de uma inovação de processo novo para o mercado para 4,5 inovações das empresas interativas, e quanto às não interativas é preciso 20 inovações de processo para encontrar uma nova em relação ao mercado nacional (Tabela 3.10).

Do ponto de vista setorial as empresas interativas de alta tecnologia surpreendem ao mostrar que mais da metade de suas inovações de produto são novas para o mercado nacional. Quanto às inovações de processo com abrangência nacional, o grupo de baixa tecnologia afirma que 26,2% dos novos processos são novidades para o país. Em geral, por ser composto por indústrias tradicionais, as inovações estão relacionadas em maior grau com novos processos, que

buscam aperfeiçoamento e redução de custos em setores em que a competição se baseia em preço e a escala produtiva ampla é fundamental.

Observando as empresas não interativas, a inovatividade de seus produtos ou processos tem uma abrangência restrita à empresa. Chama atenção a pífia quantidade de inovações de processo em termos nacionais já que nenhum grupo tecnológico ultrapassa 7% do total de inovações em processo. Em relação às inovações de produto, somente a alta e média-alta tecnologia possuem uma participação um pouco maior nas inovações em nível nacional – porém ainda aquém da participação das empresas interativas. Isso mostra que a cooperação tem papel muito importante para a empresa introduzir inovações de processo relevantes.

Em síntese, a partir dos dados apresentados nas Tabelas 3.9 e 3.10, podemos destacar que as estratégias inovativas são semelhantes para empresas interativas e não interativas quanto ao tipo de inovação que desempenham. Porém há uma diferença no grau da novidade, pois as empresas interativas voltam-se um pouco mais para o mercado nacional, enquanto as não interativas focam em inovações que a empresa nunca fez, mas que já existe no mercado nacional. Portanto a estratégia das empresas interativas é muito mais ofensiva e imitadora.

Além disso, como as respectivas participações de empresas interativas e não interativas no volume de empresas inovadoras e na quantidade total de inovações produzidas é bastante próxima (a diferença máxima é de quatro pontos percentuais) para todos os grupos tecnológicos, podemos dizer que há certa rigidez estrutural na quantidade de inovação por grupo tecnológico. Com isso queremos dizer que os grupos tecnológicos de empresas inovadoras com ou sem interação possuem uma participação praticamente fixa (ou na mesma proporção) no montante de inovação total e no número de empresas desses grupos. Portanto, não há como apontar por esses dados qual grupo tecnológico pode promover um salto no volume de inovação se fosse ampliado o número de empresas inovadoras. O que poderíamos inferir é que o conjunto de empresas interativas pode produzir inovações mais significantes para o país, permitindo avançar mais rapidamente no sentido da fronteira tecnológica de cada setor.

3.3.3. Impactos da inovação

O objetivo de uma empresa ao organizar um projeto inovador são os ganhos de competitividade que a inovação em produto e/ou processo irá trazer. Para analisar esses efeitos dividimos em dois grupos os impactos que a inovação pode causar na empresa que a aplicou: (i) os ligados ao produto, abarcando variáveis que se referem também ao mercado da empresa como manutenção, ampliação e abertura de novos mercados; e (ii) os ligados ao processo produtivo, que incluem também algumas variáveis de cunho regulatório como o enquadramento em normas padrões, impactos ambientais e saúde e segurança (vide Tabela 3.11 e 3.12).

A Tabela 3.11 mostra que os impactos da inovação estão todos interligados, pois doze em quinze das opções de impactos relacionados a inovação foram citados como de alta ou média importância por mais de 60% das empresas inovadoras e interativas da indústria de transformação. Já para as empresas inovadoras não interativas, esses valores caem um pouco, mas como é uma queda geral, ainda pode-se defender que há interligação entre os impactos gerados pela inovação. Isso mostra que a inovação é vista como um fator central para sua atividade e é o horizonte em que todas as áreas da empresa devem mirar.

Para as empresas inovadoras sem interação (Tabela 3.12), como o esforço inovativo é menor (em relação aos dispêndios em P&D, às atividades inovativas desenvolvidas, ao grau de novidade das inovações, entre outros) os impactos que são gerados pelas inovações são menores em relação ao visto por empresas interativas. Isso fica mais claro quando consideramos que a média das respostas de alta e média relevância das empresas não interativas que compõem a indústria de transformação alcançou 49%, enquanto que para as empresas inovadoras com interação alcançou 65%.

Tabela 3.11: Impacto das inovações de alta e média relevância introduzidas no mercado por empresas interativas, em % (2006-2008)

Setores industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Ligadas ao produto					Ligadas ao processo		
		Melhoria da qualidade dos produtos	Ampliação dos produtos ofertados	Manutenção da participação no mercado	Ampliação da participação no mercado	Abertura de novos mercados	Aumento da capacidade produtiva	Aumento da flexibilidade da produção	Redução dos custos de produção
Baixa Tecnologia	1.679	90,0	71,9	88,1	80,9	67,8	76,7	82,9	52,6
Média-Baixa Tecnologia	864	77,4	72,9	86,6	80,1	77,1	78,2	84,7	80,4
Média-Alta Tecnologia	900	88,5	69,7	83,0	65,2	61,4	80,1	80,8	54,9
Alta Tecnologia	349	87,8	73,3	89,3	85,9	82,0	79,6	79,3	63,8
Indústrias de transformação	3.790	86,6	71,8	86,7	77,5	69,7	78,1	82,5	60,5

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Ligadas ao processo						
		Redução dos custos do trabalho	Redução do consumo de matéria prima	Redução do consumo de energia	Redução do consumo de água	Redução do impacto ambiental	Ampliação do controle de saúde e segurança	Enquadramento em regulações e normas padrão
Baixa Tecnologia	1.679	58,9	35,2	28,3	22,6	88,4	67,0	56,5
Média-Baixa Tecnologia	864	69,1	40,7	40,4	21,3	78,9	63,9	70,1
Média-Alta Tecnologia	900	63,3	39,7	30,8	17,7	75,7	58,3	57,9
Alta Tecnologia	349	62,8	47,0	41,2	27,5	74,6	63,7	67,3
Indústrias de transformação	3.790	62,6	38,6	32,9	21,6	82,0	63,9	60,9

Fonte: PINTEC (2010) /IBGE. Extração especial – tabulação própria.

Tabela 3.12: Impacto das inovações de alta e média relevância introduzidas no mercado por empresas sem interação, em % (2006-2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação	Ligadas ao produto					Ligadas ao processo		
		Melhoria da qualidade dos produtos	Ampliação da gama de produtos ofertados	Manutenção da participação no mercado	Ampliação da participação no mercado	Abertura de novos mercados	Aumento da capacidade produtiva	Aumento da flexibilidade da produção	Redução dos custos de produção
Baixa Tecnologia	18.123	70,1	58,8	71,0	64,7	54,5	64,5	64,4	45,1
Média-Baixa Tecnologia	8.886	76,5	58,0	78,4	69,5	57,8	71,0	66,4	50,6
Média-Alta Tecnologia	6.462	79,1	65,1	78,3	68,8	61,2	65,8	64,3	47,8
Alta Tecnologia	1.099	83,4	69,9	79,7	70,1	62,0	64,8	64,3	45,0
Indústria de transformação	34.571	73,9	60,1	74,5	66,9	56,8	66,4	64,9	47,0

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras SEM interação	Ligadas ao processo						
		Redução dos custos do trabalho	Redução do consumo de matéria prima	Redução do consumo de energia	Redução do consumo de água	Redução do impacto ambiental	Ampliação do controle de saúde e segurança	Enquadramento em regulações e normas padrão
Baixa Tecnologia	18.123	41,1	23,4	19,2	8,4	27,0	42,4	34,3
Média-Baixa Tecnologia	8.886	50,5	24,6	30,5	13,1	34,3	52,5	41,1
Média-Alta Tecnologia	6.462	43,5	22,5	19,8	13,8	36,8	54,6	49,1
Alta Tecnologia	1.099	39,7	27,6	21,0	12,3	29,2	47,1	46,9
Indústria de transformação	34.571	43,9	23,6	22,3	10,8	30,8	47,4	39,2

Fonte: PINTEC (2010) /IBGE. Extração especial – tabulação própria.

Um mesmo produto inovador pode aumentar a visibilidade da empresa e consequentemente, sua participação no mercado (ou no mínimo, ajudará a manter essa participação), pois esse produto pode criar um novo mercado do qual a empresa ainda não fazia parte. Pelo lado do processo produtivo, uma inovação que reduza os custos de produção acarretará em menor preço para o consumidor, e por isso, pode haver ampliação ou manutenção do mercado. Ainda, se uma empresa se preocupa em adequar-se a questões ligadas ao meio-ambiente, segurança e normas técnicas, ao promover seu enquadramento nesses quesitos ela pode alcançar novos mercados ao diferenciar seu produto com ‘selos’ ou certificados que atestem a qualidade e preocupação socioambiental da firma.

Segundo a Pintec (2010, p. 51), 88,4% das empresas industriais que inovaram entre 2006 e 2008 apontaram como importante pelo menos um impacto da inovação. Em geral, o impacto que a inovação gerou nas empresas não difere muito entre o grupo de empresas inovativas interativas e não interativas, sinalizando que as empresas ao inovarem buscam objetivos semelhantes. No entanto, a intensidade com que cada impacto foi citado como de alta e média relevância mostrou-se mais intenso entre as empresas inovadoras com interação. Para estas empresas, os impactos da inovação ligados ao produto foram citados como relevante por um percentual maior das empresas, principalmente melhoria na qualidade dos produtos e manutenção na participação do mercado.

Setorialmente, alguns casos chamam mais atenção em cada intensidade tecnológica de empresas interativas, os quais são destacados a seguir.

- No caso de baixa tecnologia, a ampliação e a manutenção da participação no mercado são vistas como os objetivos mais importantes para a inovação das empresas, juntamente com melhorias na qualidade do produto e aumento da flexibilidade da produção.
- Para média-baixa tecnologia a manutenção da participação no mercado e flexibilidade da produção são as principais metas atingidas.
- Para média-alta tecnologia a melhoria na qualidade do produto, manutenção da participação no mercado e aumento da capacidade produtiva aparecem como os efeitos mais importantes para a inovação.
- Por fim, para alta tecnologia os impactos mais importantes são melhoria do produto, ampliação e manutenção do mercado.

Em síntese, os dados sobre o impacto na inovação não são muito elucidativos das diferenças entre empresas inovadoras com e sem interação, mas podem orientar o entendimento de que as empresas interativas alcançam resultados mais diversificados com sua inovação, que compreendem tanto a presença no mercado quanto reduções de custos produtivos ou ajustes a normas técnicas (ambientais, de saúde, segurança e outras).

3.3.4. Parceiros utilizados por empresas interativas

O enfoque sobre as empresas que inovam utilizando interações ganhou mais destaque a partir do modelo interativo, no qual a inovação é resultado do trabalho desenvolvido em conjunto com agentes internos e externos à cadeia produtiva, e posteriormente, com o advento da teoria da inovação aberta, que considera o conhecimento útil às empresas amplamente distribuído por uma série de agentes que a empresa pode consultar para inovar (conforme detalhado no Capítulo 1).

Lembrando Fernandes et al (2010, p. 486), os benefícios que a interação de empresas com instituições de pesquisa incluem apropriação de conhecimento complementar, novas formas de se resolver problemas, maior qualificação de pessoal ocupado, além de fornecer recursos humanos capacitados. Muitos autores afirmam que houve uma mudança de foco na estratégia inovativa das empresas, que deixaram de se restringir a P&D como atividade primordial para a inovação, diluindo sua importância entre algumas outras atividades inovativas (PROCHNIK e ARAÚJO, 2005, p. 197; CHESBROUGH, 2003), e dentre elas, a interação com outros agentes. Assim, a P&D é vista não como um fator delimitador da atividade inovativa, pelo contrário, pois ela pode auxiliar a introdução de inovações quando é desenvolvida em conjunto ou abre espaço para que outras atividades inovativas sejam promovidas.

Ainda defendendo a crescente importância conferida para a interação de empresas com outros agentes, Cassiolato, Britto e Vargas (2005, p. 544) apontam a notoriedade que diversos agentes passaram a ter quando o assunto é inovação e processo produtivo. Segundo os autores “as firmas necessitam cada vez mais de conhecimentos e capacitações externos a ela que serão obtidos através de diferentes mecanismos de interação e cooperação”.

Esses autores nos ajudam a lembrar do que foi dito no Capítulo 1 desta dissertação sobre a importância dos atores que compõem o sistema nacional de inovação para os modelos de inovação interativa e aberta. Além disso, também nos remetem ao Capítulo 2, ao ponto em que se defende que as formas de inovar vão além da P&D interna, podendo ser resultado de parcerias com outros agentes. Esse referencial teórico é indispensável para consolidar a base necessária à continuidade da análise de empresas inovadoras e interativas.

Até o momento comparamos os resultados das empresas interativas com as que inovam sem realizar cooperação. Os resultados parciais nos mostraram que a presença de empresas interativas na indústria de transformação brasileira é a grande responsável pelos melhores frutos relacionados à estratégia inovativa das empresas.

Outros estudos buscam evidenciar como a prática da cooperação para inovar pode posicionar melhor a empresa no mercado em que atua. No caso brasileiro, a discussão das diferenças setoriais da cooperação para a inovação, sua intensidade e os impactos da inserção de empresas em arranjos cooperativos deve ser feita considerando a heterogeneidade estrutural característica da indústria brasileira (CASSIOLATO, BRITTO e ARAÚJO, 2005, p. 544).

Tabela 3.13: Parceiros utilizados com alta e média relevância na relação de cooperação por empresas inovadoras, em % (2008)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Internos à cadeia produtiva			
		Clientes ou consumidores	Fornecedores	Concorrentes	Outra empresa do grupo
Baixa Tecnologia	1.679	47,3	67,7	23,8	10,5
Média-Baixa Tecnologia	864	53,0	56,9	11,2	10,1
Média-Alta Tecnologia	900	59,9	56,3	5,4	21,4
Alta Tecnologia	349	80,5	73,2	13,2	16,4
Indústrias de transformação	3.790	44,5	63,0	15,6	13,5

(continuação)

Grupos industriais por intensidade tecnológica	Total de empresas inovadoras COM interação	Externos à cadeia produtiva			
		Empresas de consultoria	Universidades e institutos de pesquisa	Centros de capacitação profissional e assistência técnica	Instituições de testes, ensaios e certificações
Baixa Tecnologia	1.679	31,9	28,9	34,3	20,2
Média-Baixa Tecnologia	864	17,2	27,9	19,8	18,1
Média-Alta Tecnologia	900	33,4	31,2	15,5	28,8
Alta Tecnologia	349	44,5	42,5	30,4	44,3
Indústrias de transformação	3.790	30,1	30,5	26,2	24,0

Fonte: PINTEC (2010) / IBGE. Extração especial – tabulação própria.

A proposta ilustrada na Tabela 3.13 é de mostrar qual o potencial dos parceiros utilizados na interação para produzir inovações, para o caso das empresas inovadoras e interativas brasileiras. A principal resposta que podemos dar é que clientes e fornecedores configuram-se como os parceiros mais utilizados por empresas interativas da indústria de transformação. Os fornecedores foram citados como de alta importância por 63% das empresas e clientes por 44,5% do total. Este fato evidencia o desejo de empresas compartilharem custos e riscos ou incertezas da inovação. Complementarmente, ao fazer parcerias com outros elos da cadeia produtiva, uma parte dos recursos da empresa destinados a investimentos em inovação pode ser diversificada, e assim novos projetos de inovação ou aperfeiçoamento da capacidade inovativa ganham espaço, fato que não aconteceria se a empresa investisse sozinha em um projeto inovador custoso (esta é uma das vantagens da inovação aberta, conforme detalhado no Capítulo 1).

Esses dois parceiros – clientes e fornecedores – são os mais importantes para todos os grupos tecnológicos. Isso reforça bastante a ideia dos modelos interativos de Kline e Rosenberg (1986), de interação usuário-produtor (LUNDVALL, 1988), do aprendizado dos usuários ou usuários líderes (ROSENBERG, 1982; VON HIPPEL, 2005) e mesmo de inovação aberta (CHESBROUGH, 2003), destacando como a proximidade do contato com fornecedor e cliente faz parte da área em que o fluxo de conhecimento importante para a inovação circula. O caso de parcerias com clientes pode ilustrar a necessidade contínua das empresas em aprimorar seus produtos, enquadrando-os sempre que possível no gosto do seu consumidor. Um detalhe é que na alta e média-alta tecnologia o ciclo de vida dos produtos é menor, e os aprimoramentos são feitos nas etapas iniciais de concepção do produto visando mantê-lo por um tempo maior em circulação (para compensar os investimentos feitos no produto). Já nos segmentos de menor intensidade tecnológica, existem produtos que vão sendo modificados e aprimorados e não perdem seu mercado (por exemplo, alimentos, têxteis, derivados do petróleo, produtos minerais, etc); por isso, o contato próximo com clientes deve ser mais intenso durante todo o tempo de vida do produto.

A infraestrutura científica do país que engloba universidades, centros de pesquisa, centros de capacitação e instituições de testes é utilizada, na média, por uma em cada três empresas inovadoras. Apesar de não ser um valor tão baixo, ainda há espaço para aumentar sua utilização. Porém, como descrito por Suzigan e Albuquerque (2011, p. 40), a consolidação da interação entre os agentes foi limitada e retardada em virtude de características históricas do Brasil, assim devido

ao desenvolvimento tardio de instituições de pesquisa no país e da formação do parque industrial brasileiro, não havia muito espaço ou interesse em desenvolver relações de cooperação para inovação.

Uma análise mais desagregada em nível setorial pode ajudar a explicar melhor os resultados, dado que os grupos tecnológicos apresentam o mesmo padrão de interação. No grupo de baixa tecnologia, o setor de alimentos e bebidas apresenta 36,4% das empresas que interagem com fornecedores, seguido por confecção e vestuário com 21,5% das empresas. Esses são setores tradicionais, e pela classificação de Pavitt são “dominados por fornecedores”, portanto dependem deles para inovar. De fato, os resultados mostraram que os fornecedores são os principais parceiros utilizados pelas empresas mais representativas da baixa tecnologia para inovar.

Dentre o grupo de média-baixa tecnologia apenas um setor soma quase metade das interações com fornecedores realizadas por esse grupo, que é a fabricação de produtos de metal com 47,7% das interações (produtos de borracha e plástico estão na segunda posição com 26,3%). No caso dos produtos de metal, sua principal característica é ser intensivo em escala, o que também se encaixa na taxonomia de Pavitt como um setor com trajetória tecnológica “intensiva em escala”, sensível ao preço e que depende da engenharia desenvolvida pelos fornecedores assim como da sua própria P&D para avançar tecnologicamente. Portanto, também para esse exemplo a taxonomia de Pavitt explica o porquê do maior relacionamento com fornecedores para o principal setor de média-baixa intensidade tecnológica.

Partindo para a média-alta tecnologia, as interações com clientes e consumidores tornam-se um pouco mais importantes que aquelas concretizadas com fornecedores. O setor que mais se destaca é o de máquinas e equipamentos, concentrando 46% do total das interações dessa intensidade tecnológica. Voltando à taxonomia de Pavitt, esse é um setor formado por “fornecedores especializados”, no qual o desenvolvimento de seus projetos inovadores está atrelado às necessidades e exigências dos usuários.

Por fim, a alta tecnologia é similar ao caso anterior, as interações com clientes e consumidores são feitas em maior quantidade do que com fornecedores. O setor que lidera o desempenho desse grupo é o de fabricação de equipamentos médico-hospitalares, responsável por 43,5% das interações com clientes. Nesse caso, por se tratarem de produtos muito específicos, precisam estar em contato direto com seus compradores e ainda devem se manter atualizados tecnologicamente já que esse é o grupo tecnológico mais dinâmico de todos. Além disso, Pavitt

coloca esse setor como baseado em ciência, pois tem como característica própria realizar P&D, e está atrelado ao desenvolvimento de engenharia de produção.

A interação com clientes/fornecedores pode ter se revelado cada vez mais importante porque mais empresas estão se desverticalizando e delegando funções tecnológicas para seus parceiros no desenvolvimento de sistemas e subsistemas (principalmente após os anos 1980). Os produtos finais também se tornaram mais sistêmicos, formados por multicomponentes, vários insumos distintos e desenvolvidos a partir de vários campos da base científica mundial (MORCEIRO et al, 2011). No mundo moderno em que a competição é acirrada em decorrência do aumento da capacidade produtiva e tecnológica dos países, uma empresa que antes era fornecedora típica da indústria automobilística ou aeronáutica, por exemplo, hoje em dia é parceira das montadoras/integradoras finais, ao mesmo tempo em que é cliente de subfornecedores. Em cada um dos elos da cadeia produtiva a integração é intensa, pois a funcionalidade do sistema do produto depende de cada um dos seus subcomponentes, peças, subsistemas e sistemas interligados em conjunto.

CONCLUSÃO

O propósito dessa dissertação esteve amparado no entendimento de que empresas inovadoras podem se sustentar melhor e mais eficientemente no mercado por meio de diferenciação de produtos em termos de qualidade (e não apenas pela antiga e conhecida competição do menor preço), conforme é amplamente defendido pela teoria neo-schumpeteriana. Neste contexto, uma tarefa que muitas empresas consideram como difícil e complexa é saber *como* realizar a inovação para obter os benefícios que ela pode gerar.

No decorrer do Capítulo 1 foram apresentadas algumas teorias que amparam as respostas para essa questão. Inicialmente, com o modelo de inovação linear, o qual acreditava que a inovação deveria ser resultado de pesquisa e desenvolvimento realizados apenas no interior da empresa, sem que pudesse haver participação de agentes externos. Não contente com a restrição do modelo, foi apresentado outro, o modelo interativo, em que a inovação é resultado de um conjunto de ações, que podem surgir de várias direções e por vários agentes. Ao modelo interativo (que é considerado mais próximo da realidade) agregamos alguns pontos que foram caracterizados no modelo de inovação aberta, como a troca de informações advindas de diversas áreas e o licenciamento de recursos considerados não prioritários para outros interessados, de modo a maximizar a utilização de todas as descobertas feitas na empresa, mesmo aquelas que não são utilizadas diretamente. Esses modelos de inovação nos ajudaram a entender como são desenvolvidos e qual a importância das estratégias empregadas por empresas para concretizar a inovação.

Salientamos que dentro dessas estratégias pode existir mais de uma atividade inovativa. No Capítulo 2 lembramos que ela não se restringe a pesquisa e desenvolvimento feito em laboratório, já que muitas vezes a taxa de inovação é medida pela intensidade em P&D de países, setores ou empresas. Pelo contrário, apontamos que existem diversas maneiras de inovar, que não são excludentes, mas complementares, dado que uma atividade inovativa imersa na rotina da empresa pode ampliar o potencial das inovações realizadas gerarem resultados mais favoráveis. Algumas atividades não são tão fronteiriças em termos científicos ou tecnológicos quanto a P&D, por exemplo, a compra de máquinas e equipamentos, licenciamento de tecnologia, treinamento, entre outras diversas formas, mas também podem levar a empresa a resultados inovativos importantes. Esse ponto deve ser levado em consideração sempre que se faz uma análise para

países em desenvolvimento, pois a forma com que a inovação é desenvolvida nesses países não é análoga à vista em países ricos como EUA, Alemanha, Japão, etc (principalmente devido ao atraso histórico do Brasil, assim como de outros países em desenvolvimento, em estruturar sua indústria e as instituições de pesquisa).

Assim, a preocupação central deste trabalho foi avaliar as características de empresas que já são inovadoras para notar como elas mantêm esse posto e como seria possível fazer com que mais empresas se igualem nessa característica. Previamente, a hipótese ponderada era de que empresas que inovam utilizando o conhecimento de outras instituições auferem melhores resultados, pois ao interagir é possível atrelar a base de conhecimento e capacitação interna da empresa a outros tipos de capacitação, os quais levariam tempo para desenvolver sozinha (se é que conseguiria) ao mesmo tempo em que permite alocar melhor os recursos destinados à inovação.

A amostra utilizada para realizar essa análise foi obtida da PINTEC (2010) a partir de uma solicitação especial para extração de dados sobre as empresas industriais que inovam utilizando relações de cooperação com outros agentes e as empresas que inovam sem realizar cooperação. O primeiro resultado foi animador e confirmou a hipótese de que empresas inovadoras e interativas possuem melhor desempenho frente as que inovam sem interagir.

Os resultados dessa extração especial evidenciaram que a indústria de transformação é composta por 98.420 empresas, das quais 39% dos estabelecimentos representam as firmas inovadoras e 61% empresas não inovadoras. Dentro desse conjunto de empresas inovadoras, apenas 9,9% utilizaram relações de cooperação para inovar, e conseqüentemente, 90,1% das empresas inovaram de forma isolada, utilizando apenas os próprios ativos.

Em relação à indústria de transformação, as inovadoras interativas representam 3,9% do total de empresas (ou 3.790 de 98.420 empresas), enquanto as inovadoras sem interação somam 35,1% (ou 34.571 de 98.420 empresas) do total de empresas da indústria. Entretanto, um dado mais interessante para dar forma às empresas que analisamos consiste na receita líquida de vendas (ou faturamento) das empresas. Os dados mostram que conjunto de empresas inovadoras é responsável por 78,9% do faturamento líquido total da indústria de transformação. Ainda mais expressiva é a participação das empresas inovadoras e interativas na composição do faturamento da indústria, que apesar de somar apenas 3,9% das empresas em quantidade de estabelecimentos, representam 42,2% do faturamento da indústria. Assim, uma breve comparação entre as empresas

demonstra que o grupo de inovadoras com interação é 15,8 vezes menor em quantidade de estabelecimentos, porém possui o dobro da receita líquida apresentada pelas empresas não inovadoras. Já as empresas que inovam sem cooperação, apesar de estarem em número muito superior que as empresas interativas (onze vezes maior), possuem um faturamento 13% menor.

Ademais, pode-se deduzir que as empresas interativas são as de maior porte, uma vez que o faturamento médio desse conjunto é de R\$ 185 milhões, e das empresas que inovam sem realizar interação é de R\$ 17,63 milhões (referente ao ano de 2008). Já as empresas não inovadoras tem o faturamento médio bem abaixo do grupo inovador, de R\$ 5,85 milhões, o que pode indicar que são empresas de pequeno e médio porte. Assim, de acordo com o enfatizado na teoria destacada durante o Capítulo 3, esses dados corroboram a ideia de que empresas inovadoras agregam mais capacitações justamente por inovar, entrando assim num ciclo virtuoso em que investimentos em inovação resultam em mais vendas e maior faturamento, e, portanto, mais investimentos em outras inovações, agregando cada vez mais capacidades internas para continuar inovando.

Observando a indústria a partir da divisão por grupos tecnológicos, nota-se que cerca de 10% dos grupos de baixa, média-baixa e média-alta tecnologia são formados por empresas que realizam cooperação para inovar. A alta tecnologia possui um percentual um pouco maior, mas que não chega a 25% das empresas desse grupo tecnológico. Mesmo assim, a maior parcela do faturamento fica nas mãos das empresas interativas (na média da indústria de transformação, mais de 50%). Assim torna-se claro que as empresas que conseguem captar o conhecimento externo a ela apresentam maior lucratividade.

Para se tornarem inovativas, as empresas devem combinar suas habilidades e conhecimentos com fontes de informação disponíveis à seu benefício, se atentando ao universo de conhecimento e ideias ao seu redor de modo a aplicá-los da melhor maneira possível. Assim, buscamos levantar as fontes de informação utilizadas pelas empresas para inovar, e vimos que fornecedores, clientes ou consumidores e redes de informação informatizadas são as mais importantes (consideradas de alta e média relevância) para todos os grupos de intensidade tecnológica das empresas que inovaram com interação e para as empresas que inovaram sem interagir. Isso ilustra o modelo interativo que diz que o conhecimento flui nas diversas direções da cadeia produtiva. Entendemos que esses agentes estimulam formas de aprendizado pela prática (*learning-by-doing*, *learning-by-using*, *learning-by-interacting*, etc) e também são fundamentais

para a implementação da inovação. As informações originadas pela P&D se mostraram importante para 21,7% para as empresas que inovam com cooperação. Já para inovativas sem interação foi relevante para apenas 7,5% das empresas. Uma explicação parcial desse baixo percentual é que a estrutura produtiva brasileira é dominada pelos grupos de baixa e média-baixa tecnologia, segmentos menos dependentes da P&D para inovar (de acordo com a tipologia de Pavitt, são segmentos dominados por fornecedores ou intensivos em escala). Em outras palavras, as relações ligadas ao aprendizado tecnológico e a difusão tecnológica são muito relevantes para a estrutura industrial brasileira. É interessante ressaltar que a baixa tecnologia, tanto empresas interativas como não interativas, confere uma grande importância para fontes informais (que excluem a P&D), como outras áreas da empresa, feiras, concorrentes, o que mostra que as inovações nesse grupo são mais incrementais.

A localização dessas fontes de informação permanece centrada no Brasil (para todas as intensidades tecnológicas), evidenciando o enfoque da inovação para o mercado local, sendo que as empresas interativas utilizam fornecedores e clientes nacionais mais intensamente que as não interativas. Pensando no adensamento do sistema nacional de inovação, é melhor que as empresas utilizem fontes de informação nacionais, principalmente as empresas que fazem parcerias, já que assim o conhecimento se difunde mais rápido ao mesmo tempo que é absorvido por mais agentes.

No Brasil a atividade inovativa mais vista entre empresas inovadoras e interativas é a compra de máquinas e equipamentos. Ela foi executada por 76,2% das empresas, consumindo o equivalente a R\$ 8,7 bilhões (ou 38,2% dos dispêndios com inovação). E para empresas não interativas essa atividade foi realizada por 61,1% das empresas, somando R\$ 12,6 bilhões, o que representa mais da metade dos gastos em atividades inovativas das empresas não interativas (ou 59,9%). O diferencial do conjunto de empresas inovadoras e interativas é a realização de P&D interna, o que é pouco visto em empresas não interativas.

Diferentemente da P&D, que está concentrada maciçamente nos grupos de alta e média-alta tecnologia, a compra de máquinas e equipamentos é mais desconcentrada por todos os grupos tecnológicos de empresas interativas e não interativas. Ainda, as atividades de treinamento e projeto industrial são desenvolvidas por muitas empresas, pontos necessários para a implementação de novas máquinas e equipamentos, o que revela o caráter entrelaçado das inovações realizadas.

Portanto, a compra de máquinas e equipamentos pode estar atrelada às diversas estratégias das firmas, mas como destacado pelos resultados obtidos, predomina a estratégia de aumento da eficiência produtiva que permite à empresa inovadora manter/ampliar sua participação no mercado, além de reduzir custos produtivos. Em geral, o impacto que a inovação gerou nas empresas não difere muito entre o grupo de empresas inovativas interativas e não interativas, sinalizando que as empresas ao inovarem buscam objetivos semelhantes. No entanto, a proporção de empresas que citaram cada impacto resultante da inovação como de alta e média relevância foi sempre maior entre as empresas inovadoras com interação, mostrando que a maior capacidade em inovar dessas empresas também se reflete na forma com que a inovação é sentida ou aproveitada por elas.

A comparação das empresas que inovaram sem interação versus as empresas que inovaram com interação revela que a estratégia das primeiras é mais defensiva e das últimas mais ofensiva quanto à estrutura dos gastos em atividades inovativas. Podemos comparar o pequeno conjunto de empresas inovadoras e interativas com os países desenvolvidos, uma vez que é característica desses países concentrar esforços inovativos em atividades de P&D tanto quanto na produção de máquinas e equipamentos (por exemplo, EUA e Alemanha) a diferença é que no Brasil os grupos de média-baixa e média-alta tecnologia são os que mais investem em P&D, e não a alta tecnologia, como nos países desenvolvidos.

Além disso, as empresas interativas realizam inovações com um grau de novidade que demanda maior capacidade frente a amplitude da inovação das empresas não interativas. As interativas focam-se mais em produzir inovações (de produto ou processo) em termos nacionais, e não somente nova para a própria empresa. Nas empresas não interativas, a novidade para o mercado nacional fica bastante abaixo em termos proporcionais ao que as empresas inovadoras e interativas conseguem realizar. Somando-se a isso o fato das empresas não interativas inovarem mais em processo (ao invés de lançar novos produtos), deduzimos que as empresas não interativas se preocupam mais com a difusão dos projetos inovadores, e não a inovação radical em si.

Nas empresas interativas também notamos a maior concentração de inovações de processo, porém, o total de inovações em processo supera as inovações de produto em 24%, enquanto para as empresas não interativas essa diferença se amplia para 42% (um pouco menos que o dobro de inovações de processo em relação às de produto). Além do mais, as inovações de

produto concentram a maioria das novidades em termos de mercado nacional – com exceção da baixa tecnologia – com destaque para a alta tecnologia, que apresenta mais da metade de seus produtos como novos para o país.

Para finalizar a caracterização de empresas interativas é preciso apontar quem são os principais parceiros na atividade inovativa. Assim, do mesmo modo que a maior parte das informações para inovar são obtidas de clientes e fornecedores, esses dois atores também configuram-se como os parceiros mais utilizados por empresas interativas da indústria de transformação. Isso reforça bastante a ideia defendida nos modelos interativo, de interação usuário-produtor, de aprendizado e também de inovação aberta, todos os quais exaltam a interação com outros elos da cadeia produtiva como importante forma de inovar, desenvolvendo produtos e processos de forma conjunta, ao mesmo tempo em que o custo dessa inovação pode ser compartilhado. A infraestrutura científica do país que engloba universidades, centros de pesquisa, centros de capacitação e instituições de testes é utilizada, porém ainda tem um grande espaço ocioso que poderia ser melhor aproveitado.

Ademais, um atributo que está sendo cada vez mais visto na indústria é o desenvolvimento sistêmico de produtos e processos num tal ponto em que a inovação se torna muito mais dependente da atitude conjunta de empresas e setores, e não apenas de uma ação isolada, que pode ser desenvolvida por um agente só (mesmo que ele possua capacitações). Portanto, cada vez mais podemos dizer que a cooperação para alcançar a inovação será necessária para as empresas que desejam inovar e aproveitar os melhores resultados que a inovação pode trazer.

Em acordo com a proposta dessa dissertação de avaliar a importância de outras atividades inovativas menos formais que a P&D conseguimos mostrar que algumas atividades como aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento, introdução da inovação no mercado, entre outras, podem incrementar a capacidade inovativa das empresas, especialmente quando a inovação é desenvolvida em parceria com outras instituições, por meio de interação. Contudo, sabemos que é possível avaliar a capacidade inovativa das empresas por outros métodos ou ainda comparar o perfil de empresas inovadoras a partir de outra base, que não seja a interação com outros agentes (por exemplo, pelas empresas que investem em P&D, pelas maiores exportadoras, pelos setores industriais que possuem dinâmica tecnológica mais acelerada, etc). De qualquer

forma, concluímos que alguns fatores possuem efeitos diferentes sobre a inovação, a questão é optar por um deles e elaborar o estudo de caso para diferenciar esses impactos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E.; SILVA, L. e PÓVOA, L. (2005). Diferenciação Intersetorial na Interação entre Empresas e Universidades no Brasil. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n° 1, p. 95-104.

ARAÚJO, B. C. e CAVALCANTI, R. L. (2009). Determinantes dos gastos empresariais em pesquisa e desenvolvimento no Brasil: uma proposta de sistematização. In: *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura, n° 1, abril. Ipea, Brasília.

BALCONI, M. ; BRUSONI, S. e ORSENIGO, L. (2010). In defense of the linear model: An essay. *Research Policy*, v. 39, n° 1, p. 1-13.

BOOZ & COMPANY (2010). How the Top Innovators Keen Winning: The Global Innovation 1000. JARUZELSKI, B.; DEHOFF, K. (ed.). *Strategy+business* issue 61, Winter 2010.

BUSH, V. (1945). *Science: the Endless Frontier*. A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, July. Washington: United States Government Printing Office.

CARTY, J. J. (1916). *The relation of pure science to industrial research*. Reprint and Circular Series, n° 14. Washington, DC: National Research Council.

CASSIMAN, B. e VEUGELERS, R. (2002). R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium. *The American Economic Review*, vol. 92, n° 4, p. 1169-1184.

CASSIOLATO, J. E.; BRITTO, J. N. e VARGAS, M. A. (2005). Arranjos cooperativos e inovação na indústria brasileira. In: DE NEGRI, SALERNO e CASTRO (orgs.). *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. IPEA, Brasília.

CASTELLACCI, F. (2008). Technological Paradigms, Regimes and Trajectories: Manufacturing and Service Industries in a New Taxonomy of Sectoral Patterns of Innovation. *Research Policy*, vol. 37, p. 978-994.

CHAMINADE, C.; LUNDVALL, B.A.; VANG, J. e JOSEPH, K. J. (2009). Designing innovation policies for development: towards a systemic experimentation-based approach. In: LUNDVALL, A.B., JOSEPH, K.J., CHAMINADE, C. and VANG, J. (eds.) *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*. Building Domestic Capabilities in a Global Setting. Edward Elgar, Cheltenham.

CHESBROUGH, H. (2003) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press.

CHESBROUGH, H. (2006). *Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, A. D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation, pp. 128-152.

COHEN, W; NELSON, R. e WALSH, J. (2002). Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, v. 48, n° 1, p. 1-23.

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

DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. e CASTRO, A. B. (2005). Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, SALERNO e CASTRO (orgs.). *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. IPEA, Brasília.

DOSI, G. (2006). Mudança Técnica e Transformação Industrial. A teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de *Technical change and industrial transformation*. Londres: The Macmillan Press (1984).

DOSI, G. (1988). Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n° 3, p. 1120-1171.

DOSI, G.; PAVITT, K. e SOETE, L. (1990). *The Economic of Technical Change and International Trade*. Harvester/Wheatsheaf Press.

FERNADES, A. C.; CHAVES, C. V.; SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E.; STAMFORD DA SILVA, A.; CAMPELLO DE SOUZA, B. (2010). The importance of academy-industry interaction for the Brazilian immature innovation system: evidences from a comprehensive database. *Science and Public Policy*, v. 37, n° 7, p. 485-498.

FURTADO, A. (2006). Difusão tecnológica: uma debate superado? In: PELAEZ, TAMÁS & SZMRECSÁNUYI (orgs). *Economia da Inovação*. São Paulo: Editora Hucitec/Ordem dos Economistas do Brasil, p. 168-192.

FURTADO, A. T. & CARVALHO, R. Q. (2005). Padrões de Intensidade Tecnológica na Indústria Brasileira: Um Estudo Comparativo com os Países Centrais. *São Paulo em Perspectiva*, vol. 19, n°1, p. 70-84.

FREEMAN, C. (1981) Technical Innovation and Long Waves in World Economic Development. *Futures*, 1394, agosto, número especial.

FREEMAN, C. (1995). The National System of Innovation in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, n° 1.

FREEMAN, C. e SOETE, L. (2008). *A Economia da Inovação Industrial*. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “The Economics of Industrial Innovation”. London: Pinter (1997).

- FORAY, D. (2004). *The Economics of Knowledge*. Massachusetts: The MIT Press.
- GODIN, B. (2006). The Linear Model of Innovation. The Historical Construction of an Analytical Framework. *Science, Technology & Human Values*, v. 31, n° 6, p. 639-667.
- GODIN, B. (2011). The linear model of innovation: Maurice Holland and the research cycle. *Social Science Information*. September–December 2011, v. 50, n° 3-4, p. 569-581.
- HATZICHRONOGLOU, T. (1997). Revision of the High-Technology Sector and Product Classification. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 1997/2, OECD Publishing.
- HIRSCH-KREINSEN, H.; JACOBSON, D. e LAESTADIUS, S. (2005). *Low-tech Innovation in the Knowledge Economy*. Frankfurt: Press Lang.
- IBGE [Instituto Brasileiro de geografia e Estatística] (2010). *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC 2008*. Brasília: IBGE.
- JENSEN, M. B., JOHNSON, B., LORENZ, E. e LUNDEVALL, B. A. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, vol. 36, p. 680-693.
- KATZ, J. (2005). A Dinâmica do Aprendizado Tecnológico no Período de Substituição das Importações e as Recentes Mudanças Estruturais no Setor Industrial na Argentina, no Brasil e no México. In KIM, L. e NELSON, R. (org). *Tecnologia, Aprendizado e Inovação: As experiências das economias de industrialização recente*. Campinas: Editora Unicamp, p. 413-448.
- KIM, L. (1993). National Systems of Industrial Innovation: Dynamics of Capability Building in Korea. In Nelson, R. (ed), *National Innovation Systems - a Comparative Analysis*. New York: Oxford University Press.
- KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R. e WINTER, S. (1995). On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24, p. 185-205.
- KLINE, S. e ROSENBERG, N. (1986). An overview of innovation. In Landau, R. e Rosenberg, N. (eds.), *The positive sum strategy*. Washington: National Academy of Press.
- LOPEZ, A. (2008). Determinants of R&D cooperation: Evidence from Spanish manufacturing firms. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 26, p. 113–136.
- LUNDEVALL, B. A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: Dosi, G. et al, *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers.
- LUNDEVALL, B.-Å. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.

MALERBA, F. (1992). Learning by Firms and Incremental Technical Change. *The Economic Journal*, vol. 102, n° 413, p. 845-859.

MALERBA, F. (2002). Sectoral Systems of Innovation and Production. *Research Policy*, v. 31, p. 247-264.

MALERBA, F. e ORSENIGO, L. (1993). Technological Regimes and Firm Behavior. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n° 1.

MEYER-KRAHMER, F. e SCHMOCH, U. (1998). Science-based Technologies: university-industry interaction in four fields. *Research Policy*, v. 27, p. 835-851.

MORCEIRO, P., FARIA, L., FORNARI, V., GOMES, R. (2011). Why not Low-technology? Artigo apresentado: The Global Network for the Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems (Globelics), 2011 Disponível em: <<http://www.ungs.edu.ar/globelics/wp-content/uploads/2011/12/ID-365-Morceiro-Fornari-Gomes-Inclusive-innovation.pdf>>

MOWERY, D. e ROSENBERG, N. (1979). The Influence of Market Demand Upon Innovation – A Critical Review of Some Recent Empirical Studies. *Research Policy*, v. 8, n° 2, p. 102-153.

MOWERY, D.; NELSON, R.; SAMPAT, B.; e ZIEDONIS, A. (2004). *Ivory Tower and Industrial Innovation: University-Industry Technology Transfer before and after the Bayh-Dole Act*. California: Stanford Business Books.

MOWERY, R. e SAMPAT, B. (2005). Universities in National Innovation Systems. In Fargerberg, J.; Mowery, R. e Nelson, R. (eds.). *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, p. 209-239.

NELSON, R. (2006). *As Fontes do Crescimento Econômico*. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “The sources of economic growth”. Cambridge: Harvard University Press (1996).

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

NELSON, R. (1994) The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n° 1.

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

NELSON, R. e WINTER, S. (1977). Dynamic Competition and Technical Progress. In Balassa, B. e Nelson, R (eds.) *Economic Progress, Private Values, and Public Policy: Essays in Honor of William Fellner*. Amsterdam: North-Holland.

- NELSON, R. e WINTER, S. G. (2006). *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “An Evolutionary Theory of Economic Change”. Cambridge: Harvard University Press (1982).
- NONAKA, I. (1991). The Knowledge-Creating Company. *Harvard Business Review*, November-December, p. 96-104.
- NONAKA, I. e TAKEUCHI, H. (1997). *Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação*. Editora Campos, Rio de Janeiro.
- OCDE [ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT] (2002). *Organisation for Economic Co-operation and Development. Frascati Manual: Proposed Standard for Surveys on Research and Experimental Development*, 6th rev. Paris: OECD.
- OCDE (2005a). *Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. Terceira edição. OCDE, Paris.
- OCDE, (2005b). *Measuring Globalisation OECD: Handbook on Economic Globalisation Indicators*. OCDE, Paris.
- OCDE (2005c). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2005*. OECD Publishing.
- OCDE (2010). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2010*. OECD Publishing.
- PATEL, P. e PAVITT, K. (1994). National Innovation Systems: Why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology Review*, v. 3, p. 77-95.
- PAVITT, K. (1984). Sectoral Patterns of Technical Change. *Research Policy*, v. 13, n° 6, p. 343-373.
- PAVITT, K. (1984). Sectoral patterns of technical change toward a taxonomy and a theory. *Research Policy*, vol. 13, p. 343-373.
- PEREZ, C. e SOETE, L. (1988). Catching-up in Technology: entry barriers and windows of opportunity. In Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. e Soete, L. (eds.), *Technical and Change and Economic Theory*. New York: Pinter, p. 458-479.
- PROCHINIK, V. e ARAÚJO, R. D. (2005). Uma análise do baixo grau de inovação na indústria brasileira a partir do estudo das firmas menos inovadoras. In: DE NEGRI, SALERNO e CASTRO (orgs.). *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Ipea, Brasília.
- ROSENBERG, N. (1976). Factors affecting the diffusion of technology. In: Rosenberg, N. (Ed.), *Perspectives on Technology*, p. 189–210. Cambridge University Press, Cambridge.
- ROSENBERG, N., (1975). Problems in the economist’s conceptualization of technological innovation. *HOPE, History of Political Economy*, vol. 7, n° 4.

ROSENBERG, N. (2006). *Por Dentro da Caixa-preta: tecnologia e economia*. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “Inside the black box: technology and economics”. Londres: Cambridge University Press (1982).

SCHMOOKLER, J. (1962). Economic Sources of Inventive Activity. *Journal of Economic History*, v. 22, n° 1, p. 1-20.

SCHUMPETER, J. A., (1911). *A Teoria do Desenvolvimento Econômico*. São Paulo: Abril Cultural.

SCHUMPETER, J. A., (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York Toronto London: McGraw-Hill Book Company.

SCHUMPETER, J. A. (1942). *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura.

SCHUMPETER, J. A. (1912). *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Coleção Os Economistas. São Paulo: Abril Cultural.

STOKES, D. E. (2005). *O Quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*. Campinas: Editora Unicamp. Tradução de “Pasteur’s Quadrant”, Washington: The Bookings Institution Press (1997).

SUZIGAN, W. e ALBUQUERQUE, E. (2008). *A Interação entre Universidades e Empresas em Perspectiva Histórica no Brasil*. Texto para discussão n° 329. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, p. 1-27.

SUZIGAN, W. e ALBUQUERQUE, E. (2011). A Interação entre Universidades e Empresas em Perspectiva Histórica no Brasil. In: SUZIGAN, ALBUQUERQUE E CARIO (orgs.), *Em busca da inovação: a interação universidade-empresa no Brasil*. Editora Autêntica, Belo Horizonte.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. e CARIO, S. A. F. (2011). *Em busca da inovação: a interação universidade-empresa no Brasil*. Editora Autêntica, Belo Horizonte.

TEECE, D. J. (1998). Capturing value from knowledge assets: the new economy, markets for know-how and intangible assets. *California Management Review*, v. 40, n° 3.

TEECE, D. J. (1996). Firm organization, industrial structure, and technological innovation. *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol 31, p. 193-224.

TEECE, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, June 2007.

TEECE, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing, and public policy. *Research Policy*, v. 15, n° 6, p. 285-305.

TEECE, D. J. (2010). Technological Innovation and the Theory of the Firm: The Role of Enterprise-level Knowledge, Complementarities, and (Dynamic) Capabilities. In ROSENBERG, N. e HALL, B. (eds.) *Handbook of the Economics of Innovation, Vol. 1*. Amsterdam: North-Holland, p. 675-730.

TEECE, D. J.; PISANO, G. e SHUEN, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, vol. 18, n° 7, p. 509-533.

VIOTTI, E. 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*, v. 69, p. 653-680.

VON HIPPEL, E., (2005). *Democratizing Innovation*. MIT Press, Cambridge, MA.

VON HIPPEL, E. (1976). The Dominant Role of the User in the Scientific Instrument Innovation Process. *Research Policy*, v. 5, n° 3, p. 212-239.

VON HIPPEL, E. (1988). *The Sources of Innovation*. Oxford University Press, New York.