

Atividades Inovativas em “Indústrias de Baixa e Média-Baixa” Tecnologias: Um exame dos mecanismos de difusão da inovação

FORNARI, Vinicius*
GOMES, Rogério**
MORCEIRO, Paulo***

Texto Submetido ao 40º Encontro Nacional de Economia

Área 8 – Economia Industrial e da Tecnologia

RESUMO: Este estudo avalia as características da inovação tecnológica a partir do pressuposto de que esse fenômeno é parte de um processo composto por diferentes modos de produção de conhecimentos técnico-científicos e de aprendizados. Como procedimento, após uma revisão da literatura evolucionista, adicionamos um conjunto amplo de atividades desenvolvidas no âmbito da firma, além da “tradicional” pesquisa e desenvolvimento (P&D), aspectos relacionados à inovação incremental, interação setorial, diversificação, relação usuário-produtor, alguns deles muito relacionados à difusão da tecnologia. Para o exame das características das atividades inovativas, confrontamos indústrias de países selecionados utilizando os dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC, 2010) para empresas brasileiras e da *Community innovation survey* (CIS, 2008) para firmas dos países da União Europeia. O artigo prioriza a discussão sobre a inovação em indústrias de Baixa e Média-baixa tecnologias (BeMB), cujo processo de inovação está mais vinculado a difusão de tecnologias, e confronta os resultados obtidos através dos indicadores propostos com a literatura. As conclusões indicam que: (i) há diferenças expressivas nas características de inovação nas indústrias nos diferentes países; (ii) há importantes condicionantes institucionais e estruturais que determinam as atividades tecnológicas dos países.

Palavras Chaves: Atividades Inovativas, indústrias de baixa e média-baixa tecnologia; difusão da inovação.

Classificação JEL: O33; O32; O31.

ABSTRACT: The present paper appreciates the technological innovation characteristics from the assumption that this phenomenon is part of the process composed of different ways to producing technical and scientific knowledge and learning. As a procedure, following an evolutionist literature review, we have added a comprehensive set of activities developed in the framework of the company, beyond the "traditional" research and development (R&D), aspects relating to incremental innovation, sector interaction, diversification, user-producer relationship, some of them closely related to the technology diffusion. To consider the characteristics of innovative activities, we confront industries from selected countries using data from the Technological Innovation Survey (PINTEC, 2010) for Brazilian companies and the Community Innovation Survey (CIS, 2008) for companies from the European Union countries. This paper focuses the discussion about innovation in industries Low and Medium-low technologies, whose innovation process is more linked to technology diffusion, and it confronts the results obtained through the proposed indicators in the literature. The conclusions show that: (i) there are significant differences in the characteristics of innovation in industries in the different countries; (ii) there are important structural and institutional factors which determine the technological activities of the countries.

Keywords: innovative activity, low and medium-low technology industries, technological diffusion.

Classificação JEL: O33; O32; O31.

*Graduado e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) e pesquisador do Grupo de Estudos em Economia Industrial (GEEIN).

** Professor Assistente Doutor do Departamento de Economia da FCLAR/UNESP e coordenador do GEEIN.

***Graduado e Mestre em Economia pela UNESP e pesquisador colaborador do GEEIN.

1. Introdução

A inovação tecnológica é uns dos pontos centrais de transformação da estrutura do sistema capitalista. Schumpeter (1942, p. 112) afirma que “o impulso que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria”. A complexidade desse fenômeno pode ser circunscrita em dois aspectos do seu caráter: (r)evolucionário e orgânico. Trata-se de um processo (r)evolucionário porque leva tempo para demonstrar as suas verdadeiras características e seus reais efeitos. O processo é também orgânico porque a inovação tecnológica introduzida, por exemplo, por uma única empresa, promove e induz transformações que podem afetar todo o ambiente econômico (SCHUMPETER, 1942). Nessa perspectiva, podemos admitir que a relevância da inovação tecnológica para o desenvolvimento econômico e social se configura na medida em que ocorre o processo de difusão, ou seja, se ela se dissemina pelo tecido econômico.

As mudanças econômicas recentes (por exemplo, as mudanças dos preços relativos das *commodities* em relação aos produtos manufaturados ou na dinâmica dos mercados dos países emergentes) e o progresso tecnológico a partir de novas fronteiras científicas (desenvolvimento das tecnologias de informação, nanotecnologia, biotecnologia, etc.) estão alterando e intensificado o processo de inovação tecnológica em diferentes atividades econômicas, em especial nas indústrias de baixa e média-baixa (BeMB) tecnologias. Como consequência, é requerido das firmas crescente capacidade para assimilar tecnologias complexas, seja por meio de desenvolvimento interno ou através de fornecedor externo, e para interagir e reforçar as ações com diferentes parceiros ou colaboradores - firmas, universidades, fornecedores, competidores, companhias de *venture capital*, etc. – que lhe permitam alcançar (1) adaptações e aperfeiçoamentos técnicos e a (2) criação de conhecimento técnico-científico complementar, que terminam por (3) ampliar e dinamizar a pesquisa de vários campos da ciência. Em suma, um processo que se retroalimenta para o desenvolvimento sistêmicos de produtos e/ou processos produtivos mais sofisticados (MORCEIRO *et al* 2011).

Baseado na abordagem evolucionária, o artigo pressupõe que o processo de inovação é amplo e complexo, por reunir um conjunto distinto de agentes e instituições, estar estruturado sobre bases bastante heterogêneas e motivado por diferentes condicionantes específicos a cada atividade econômica. Nessa perspectiva, em algumas indústrias os métodos tradicionais de medição das atividades inovativas (patentes ou gastos de P&D) são insuficientes para detectar a essência daquele processo. As indústrias usualmente classificadas como BeMB tecnologias estão entre aquelas que o emprego desses indicadores tradicionais é pouco apropriado. Este estudo procura avaliar o processo de inovação e avançar na discussão da dinâmica inovativa dessas indústrias, através de indicadores alternativos.

Com esse intuito, a seção 2 deste estudo examina o processo de inovação em indústrias de BeMB, para realçar as características distintivas desse processo com aqueles usualmente descritos na “literatura tradicional” sobre inovação. A partir dos dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC, 2010) para empresas brasileiras e da *Community innovation survey* (CIS, 2008) para alguns países selecionados da União Europeia, a seção 3 apresenta dois indicadores propostos para analisar as características da inovação nas diferentes indústrias dos países selecionados. Algumas observações finais são apresentadas na seção 4.

2. As Características da Inovação nas Indústrias de Baixa e Média-Baixa Tecnologias

A partir da relação entre gastos em P&D e receita da produção, a OCDE (2003) ordena o esforço das indústrias de transformação em baixa (B), média-baixa (MB), média-alta (MA) e alta (A) intensidade tecnológica - vide Anexo 1. Nessa classificação as indústrias tradicionais (têxtil, mobiliário, alimentos, etc) estão agrupados entre as de menor intensidade tecnológica (BeMB). Entretanto, esse indicador mascara a verdadeira dinâmica inovativa de algumas dessas indústrias e a ação dos agentes que

participam do processo de inovação (HIRSCH-KREINSEN *et al.*, 2003; ACHA e VON TUNZELMANN, 2005).

A principal deficiência dessa classificação é tomar a P&D interna como critério único para mensurar o conhecimento novo, ignorando as diversas formas e as interações entre as diferentes indústrias para o desenvolvimento desse conhecimento ou para a “melhoria substancial dos já existentes” (HIRSCH-KREINSEN *et al.*, 2003). Para o Manual de Frascati (OCDE, 2002) a P&D¹ é apenas uma etapa do processo de inovação que inclui (...) “o trabalho criativo levado a cabo de forma sistemática para aumentar os campos de conhecimentos” (...) “e a utilização desses conhecimentos para criar novas aplicações” (OCDE, 2002; Cap 2; 43). Nessa perspectiva, a inovação tecnológica engloba tanto a P&D formal, realizada nas unidades ou laboratórios de P&D, como a P&D informal ou ocasional, realizada em outras unidades e nas diferentes atividades.

A P&D medida pelos gastos contabiliza apenas os esforços das atividades formais em pesquisas básica, aplicada e do desenvolvimento experimental, mas não computa os conhecimentos conquistados por meio de outras atividades cotidianas - como, por exemplo, “*learning by doing*” (aprendizado pela prática), “*learning by using*” (aprendizado pela uso) ou *learning by interacting* (aprendizado pela interação) - e que são responsáveis por um montante significativo de inovações e aperfeiçoamentos técnicos (DOSI, 1988). Na perspectiva aqui adotada, a inovação tecnológica na firma é entendida como um processo composto por variados modos de aprendizado - por vezes de pequena montante, mas, por serem cumulativos, se tornam expressivos ao longo do tempo - que podem ser identificados através de exame de algumas atividades realizadas pela firma (ROSENBERG, 1982; cap.6).

Nas indústrias com baixo esforço em P&D formal, como as BeMB, o desenvolvimento tecnológico é feito em boa medida a partir da incorporação de conhecimentos oriundo de outras áreas e aplicados às condições do processo produtivo (HIRSCH-KREINSEN *et al.*, 2003). Essa percepção está presente na taxonomia para empresas (ou setores) baseada nos fluxos (fontes ou origens) de tecnologia proposta por Pavitt (1984). Para o autor, o desenvolvimento tecnológico depende da interação entre as indústrias de características e dinâmicas tecnológicas diferentes; a saber (vide anexo 1): (1) **dominadas por fornecedores** - as firmas (agricultura, têxtil, móveis, etc.) desse tipo são receptoras da maior parte do conhecimento utilizado e geralmente dão contribuições secundárias à inovação oriunda dos fornecedores (em particular, das empresas de bens de capital e baseadas em ciência); (2) **Intensivas em escala** – as vantagens econômicas da produção em larga escala (alimentos, segmentos da indústria química, etc), estabelecem uma relação privilegiada junto aos fornecedores de equipamentos que se associa à capacidade interna dessas empresas para adaptar e melhorar componentes e produtos; (3) **Fornecedores especializados** – essas empresas (máquinas, equipamentos, instrumentos, software, etc) usam muito dos conhecimentos gerados pelas firmas “intensivas em produção” para desenvolver grande parte de suas tecnologias (produtos diferenciados em qualidade e desempenho) e tiram proveito da relação usuário-produtor (especialmente pela prestação de serviços sob encomenda a partir das especificações dos usuário), como mecanismos de aprendizado contínuo de habilidades tácitas para aperfeiçoamentos e introdução de inovações (a maioria delas incrementais) e, conseqüentemente, expressivas contribuições para as inovações de outras atividades; (4) **Baseadas em ciências**: são firmas (eletrônicos, segmentos da química, biotecnologia, aeronáutica) que realizam elevado esforço tecnológico (P&D interno), sustentado também em fortes relações com universidade e institutos de pesquisa e com os fornecedores

¹ “O termo P&D engloba três atividades: pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. A pesquisa básica consiste em **trabalhos experimentais ou teóricos iniciados principalmente para obter novos conhecimentos** sobre os fundamentos dos fenômenos e fatos observáveis, **sem ter em vista qualquer aplicação ou utilização particular**. A pesquisa aplicada consiste também em trabalhos originais realizados para adquirir novos conhecimentos, mas está dirigida fundamentalmente para um **objetivo prático específico**. O desenvolvimento experimental consiste em **trabalhos sistemáticos baseados nos conhecimentos existentes** obtidos pela pesquisa e/ou pela experiência prática, e dirige-se à **produção de novos materiais, produtos ou dispositivos, à instalação de novos processos, sistemas e serviços, ou à melhoria substancial dos já existentes**” (OCDE, 2002; 43; grifos nossos)

especializados, proporcionando uma acumulação tácita de conhecimentos, que conduz a inovações que são utilizadas pelos demais setores, em particular, os intensivas em escala.

Em suma, nessa taxonomia os setores apresentam distintos padrões de desenvolvimento tecnológico. No entanto, se a classificação for apenas por intensidade tecnológica (gastos internos em P&D), essas relações tornam-se inexistentes. Nas indústrias consideradas como de BeMB intensidade tecnológica, por exemplo, são encontrados tanto os setores “dominados por fornecedores” quanto os “intensivos em escala” (vide anexo 1), ambos com dinâmicas tecnológicas muito distintas, como mencionado acima. Apesar de realizarem pouca P&D interna formal, as firmas dessa categoria mantêm não apenas outros mecanismos de inovação, mas também relações com os fornecedores externos bastante complexas, fatos que permitem caracterizar as suas atividades tecnológicas como um processo não trivial², ou pelo menos não tão trivial quanto faz crer o indicador de intensidade. Os fluxos de tecnologias contemplam relações e encadeamentos que ultrapassam a mera relação de compra ou venda de bens. Esses fluxos não transferem apenas bens ou informação, mas, principalmente, conhecimentos novos que podem aperfeiçoar os processos produtivos e produtos, desenvolver melhorias ou adaptar as invenções, assim como induzir a diversificação tecnológica dos fornecedores e clientes para outras áreas. Nesse sentido, o usuário do conhecimento novo (mesmo que “de ponta” apenas para a firma) precisa estar habilitado ou qualificado para receber, incorporar e operar tal conhecimento de forma eficiente.

O conhecimento acumulado ao longo do tempo, resultado dos desenvolvimentos internos e das sucessivas adaptações das novas tecnologias aos processos organizacionais em operação, tornam as rotinas (cotidiano) firma-específica ou individualmente únicas e diferenciadas das demais concorrentes. Assim, todo o conhecimento novo, especialmente aquele com origem externa, precisa ser assimilado, ajustado e incorporado as formas únicas de organização de cada firma. Em outras palavras, se o conhecimento precisa ser processado internamente para ser apropriado pela firma, então é necessário que a firma possua certas capacidades técnicas³. Ademais, essas capacidades técnicas e as rotinas organizacionais estabelecidas permitem que a empresa reveja, adapte e aprimore as tecnologias existentes. Em suma, o “simples” processo de adaptação de tecnologias ou os ajustes das rotinas existentes requerem que algumas atividades tecnológicas (formal ou informal) sejam realizadas no interior da firma.

Essa linha de argumentação encontra respaldo em vários autores, como Hirsch-Kreinsen et al. (2003). Para os autores, as indústrias BeMB são caracterizadas por bases tecnológicas complexas, que envolvem conhecimentos em design e/ou de práticas de engenharia/produção que não são resultados apenas da P&D interna formal. Para eles, a firma usuária, aquela que introduz uma inovação produzida, por exemplo, por um fornecedor especializado, precisa fazer adaptações, modificações e melhorias para que a tecnologia adquirida possa ser incorporada ou adaptada da forma mais eficiente possível aos processos produtivos em operação.

O Manual de Oslo (OCDE, 2005) também segue nessa mesma direção, definindo inovação como um conjunto abrangente de atividades, muitas delas não incluídas na P&D formal, mas altamente relevantes, tais como: as fases finais de desenvolvimento para a pré-produção, a produção e a distribuição, as atividades de desenvolvimento com um menor grau de novidade, as atividades de suporte como o treinamento e a preparação de mercado para inovações de produto, o desenvolvimento e a implementação de atividades para novos métodos de *marketing* ou novos métodos organizacionais (OCDE, 2005; 103). Além desta perspectiva ampla de

² Em virtude desse último aspecto, PAVITT e al. (1989; p 96) excluiu da sua taxonomia a categoria “firmas dominadas pelos fornecedores”, pois segundo o autor o acúmulo de competências tecnológicas e iniciativas estratégicas por parte destas empresas determinam o deslocamento seja para os setores “intensivos em escala”, seja para os “intensivos em informação”, a nova categorias criada para incorporar serviços financeiros e varejo.

³ Uma nova tecnologia é adaptada para cada empresa de forma diferente em razão de sua “cultura interna”, sem que isso represente menor eficiência. O resultado pode ser uma forma diferente, mas também eficaz de “resolver um problema”. Nesse sentido, é necessário que essas firmas possuam não só competências tecnológicas para selecionarem tecnologias adequadas no ambiente externo, mas também capacidades de “absorção” (COHEN e LEVINTHAL, 1990).

inovação, o Manual considera que muitas empresas podem possuir atividades inovativas que não envolvem a P&D (OCDE, 2005; 103).

2.1. O Modelo não-linear de Inovação: as firmas e as atividades tecnológicas internas e externas

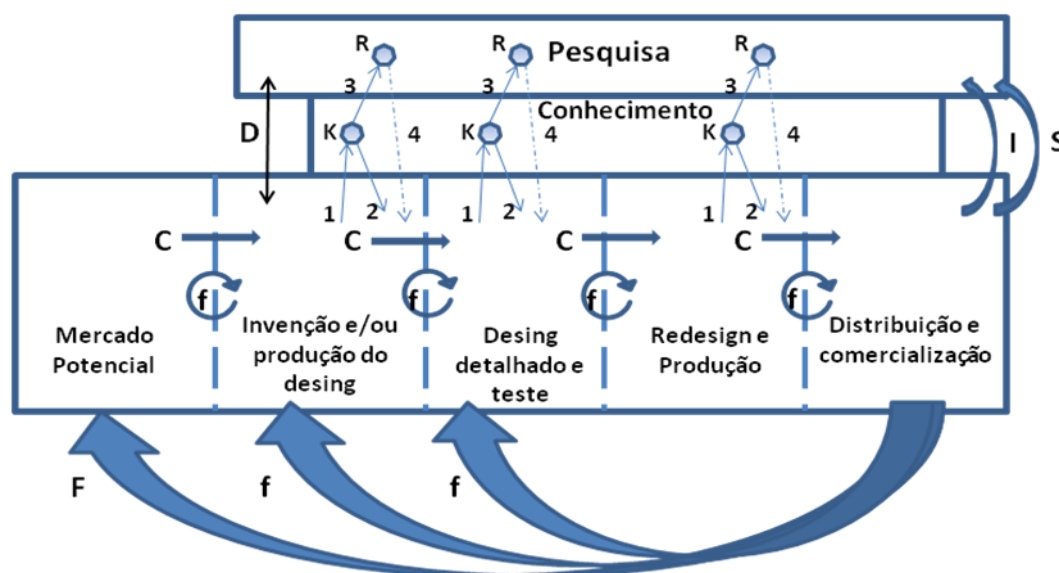
A atividade de P&D, como já enfatizado, é uma das atividades de inovações dentro das empresas. Para avaliar este aspecto, Kline e Rosenberg (1986) desenvolverem o “modelo interativo de inovação” para contestar o “tradicional” modelo linear que traça um caminho sequencial para o desenvolvimento das inovações dentro das firmas. Esse último modelo é composto por quatro etapas intransponíveis, iniciadas pela (1) pesquisa, seguida pelo (2) desenvolvimento e (3) produção e concluídas pela (4) comercialização, fase em que o produto chega ao mercado. Para os autores, o modelo linear distorce o real processo de inovação porque não prevê as interações e os mecanismos de *feedbacks* existentes entre os diferentes elementos envolvidos nesse processo. Esses mecanismos, que são essenciais para reduzir a incerteza e informações inadequadas que fazem parte do processo criativo, permitem avaliar, reprogramar e corrigir as possíveis falhas do processo. No modelo interativo proposto pelos autores, a pesquisa científica⁴ é substituída pelo *design* como etapa inicial da inovação, pois ela é entendida como fundamental a todas as etapas do processo, assim como os *redesigns* (quando se incorpora os mecanismos de *feedbacks*) são essenciais para o sucesso da inovação (KLINE E ROSENBERG, 1986).

O modelo interativo de Kline e Rosenberg (1986), como mostra a figura 1, é composto por um caminho central (C) que prevê uma avaliação do “mercado potencial” e caminha até a “distribuição e comercialização”. Essa trajetória permeada por mecanismos de *feedbacks* (f) realizados entre os departamentos da firma, ou do mercado para os departamentos. Os *feedbacks* (F) entre “mercado potencial” e a “distribuição e comercialização” são especiais, pois eles podem determinar mudanças em toda a cadeia e, em alguns casos, até a elaboração de novos produtos (diversificação). A pesquisa e o conhecimento acompanham todo o processo após a etapa “mercado potencial”, com a função de resolver também os problemas apontados pelos mecanismos de *feedbacks* ao longo do processo. Os autores também implementam no modelo as dificuldades das empresas em transformar pesquisa científica e conhecimento em tecnologia a ser utilizada nas etapas (representadas pelos fluxos K-R) que têm como finalidade encontrar soluções para remover as dificuldades inerentes ao desenvolvimento. Ao mesmo tempo, a pesquisa interage diretamente como o departamento de “Invenções e/ou produção do *desing*” (D) propondo soluções para os problemas na invenção/produção do *desing* e com a “distribuição e comercialização”, dando suporte às máquinas e procedimento tecnológico (I) e dando suporte às áreas do produto (S). Todos esses fluxos de conhecimento e informações ocorrem ao longo do processo inovativo.

O modelo interativo inclui no processo de inovação aspectos econômicos como, por exemplo, as condições de demanda, pois destaca a importância do *feedback* (F) oriundos das informações obtidas no mercado através da comercialização do produto. Ao mesmo tempo, esses mecanismos possibilitam que novas oportunidades (mercado potencial) sejam detectadas, condição que pode levar a empresa a desenvolver inovações incrementais e a diversificar a produção para agregar clientes. Além disso, o modelo incorpora a complexidade inerente à “criação do novo” incorporando as interações entre os departamentos via mecanismos de *feedbacks* (f) e a ligação da pesquisa e do conhecimento em todas as atividades interna e externa a empresa. Assim, como nos fluxos de inovação propostos por Pavitt (1984), as atividades tecnológicas da firma no modelo interativo também entrelaça agentes, realça e propicia os mecanismos de *feedbacks* entre os produtores e os usuários destas tecnologias, ou seja, adensa a relação “usuário-produtor”.

⁴ Para Kline e Rosenberg (1986; 287) a natureza da ciência é definida como: “a criação, descoberta, verificação, agrupamento, reorganização e disseminação de conhecimento sobre a natureza física, biológica e social”.

Figura 1 – Modelo Interativo: Os caminhos e os Fluxos de Informação e Cooperação para a Produção de Conhecimento Tecnológico Novo e Aprendizado



Legenda dos fluxos:

C: Caminho central de inovação.

F e f: Caminho dos *feedbacks*, sendo **F** um *feedback* particularmente importante.

Fluxo K-R: Interação com o conhecimento e com a pesquisa. Se um problema é resolvido no nó K, a ligação 3 não é ativada. O retorno da pesquisa (ligação 4) é problemático e, por isso, tem linha pontilhada.

D: ligação direta da pesquisa nos problemas de invenção e design.

I: Suporte à pesquisa científica dados pelos instrumentos, máquinas, ferramentas e procedimentos tecnológicos.

S: Suporte à pesquisa nas ciências relacionadas à área de um produto para obter informações diretamente e pelo monitoramento dos trabalhos externos. As informações obtidas podem ser aplicadas em qualquer ponto ao longo da cadeia.

Fonte: Kline e Rosenberg (1986; 290).

Para Lundvall (1988), a inovação é um processo interativo entre usuário e produtor de tecnologias benéfico para ambas as partes. No entanto, ressalta que parte relevante das atividades são conduzidas pelos usuários. Os produtores têm grande incentivo para monitorar os usuários pelos seguintes motivos: 1) as inovações dos usuários podem ser apropriadas pelos produtores; 2) as inovações de produtos por parte dos usuários podem implicar em novas demandas por equipamentos; 3) os conhecimentos provenientes do *learning-by-using* só podem ser transformados em novos produtos se houver contato direto com os usuários; 4) a existência de interdependências tecnológicas e gargalos nas unidades usuárias podem representar mercados para inovação dos produtores; 5) os produtores têm interesse em propiciar uma melhor avaliação das capacidades de adoção de novos produtos pelos usuários. Os usuários, por outro lado, necessitam de informações específicas sobre os novos produtos e precisam do auxílio dos produtores para resolver possíveis problemas na utilização das tecnologias. Assim, quanto mais especializados os equipamentos, maior a necessidade de cooperação, aspecto que torna as competências e a reputação dos produtores requisitos importantes. Por isso, por vezes há a necessidade de fornecimento de treinamentos por parte do produtor (LUNDVALL, 1988; 352). Nesse sentido, essa transferência de conhecimentos novo (pelo menos no âmbito da firma), é uma das formas de difusão das tecnologias.

Ademais, em muitos casos, na relação usuário-produtor há mecanismo para as firmas usuárias participarem ativamente no desenvolvimento da inovação tecnológica, gerando “inovações guiadas pelos usuários”. Algumas firmas se transformam em “usuários-líderes”, ou seja, firmas que estão na fronteira tecnológica, à frente da população de usuários no que toca as tendências e as novidades a serem introduzidas do mercado. Por isso, são capazes de dirigir (ou determinam as diretrizes) processos

inovativos - levados avante pela busca de margens diferenciadas de custo e lucro - realizados fora da firma. As descobertas, refinamentos e desenvolvimentos técnicos realizadas em colaboração deverão ser mais tarde experimentadas (adaptados) por outros usuários, pois o fornecedor agirá no sentido de difundir a inovação que usuário-líder implementa pioneiramente (VON HIPPEL, 2005). Assim, as relações entre indústrias consideradas de intensidade tecnológica diferentes é uma “via de duas mãos”. Se, por um lado, a produtividade das indústrias BeMB está atrelada às inovações das de MAeA, por outro lado, a capacidade de inovação das MAeA depende da estreita relação com as de baixa, que demandam, colaboram e desenvolvem novas tecnologias, aumentam a escala e difundem essas tecnologias das primeiras (HIRSCH-KREINSEN *et al.*, 2008; 18).

Outro aspecto apontado por Pavitt *et al.*, (1989) é o acúmulo de competências tecnológicas e iniciativas estratégicas por parte das empresas que têm a fonte externa como principal canal de inovação. Essas competências permitem a diversificação tecnológica em áreas de especialização dos fornecedores e clientes, ou seja, pode conduzir a incrementos na variedade de produtos finais, integração vertical e até aumento no número de áreas básicas de produção que a firma opera⁵. A diversificação é um fenômeno freqüente nas firmas, especialmente para as líderes setoriais, mecanismo utilizado tanto em função da necessidade de expansão como de ingresso em novas áreas (tecnologias) necessárias à manutenção da posição privilegiada e de sobrevivência de longo prazo. No entanto, essas estratégias exigem das empresas um conjunto de habilidades tecnológicas que ultrapassa as áreas de conhecimentos da firma e, crescentemente, da própria indústria (PATEL e PAVITT, 1994). Além de conhecimento multidisciplinar, é necessária uma estrutura organizacional eficiente para manter a competitividade das distintas bases tecnológicas (TEECE *et al.*, 1997). Assim, a diversificação representa não apenas a adição de novos conhecimentos técnicos e organizacionais, mas também a permanente atualização dos conhecimentos já existentes, por vezes mais complexos.

Os fenômenos relativos ao processo de inovação tratados nesta seção procuram ampliar o escopo desse processo, além do mero surgimento de um novo produto ou processo. O conceito de inovação aqui adotado, por vezes referenciado como um conjunto de atividades tecnológicas, procura incorporar aspectos como a inovação incremental, interação setorial, diversificação, relação usuário-produtor etc., um conjunto de atividades que alguns estudiosos consideram como características da etapa de “difusão tecnológica”. Assim, essa etapa faz do processo de inovação entendido como um conjunto complexo e permanente de transformações sucessivas e de diferentes magnitudes ou impactos para a economia (FURTADO, 2005). Considerando que muitas indústrias BeMB se enquadram nas situações descritas acima, então o indicador tradicional de P&D (formal) é insuficiente para detectar esse conjunto de conhecimentos técnicos novos que decorre, por exemplo, das rotinas das empresas, da relação usuário-produtor ou das estratégias de diversificação de produto.

A partir de Nathan Rosenberg (1979), Furtado (2005; 182) descreve o processo de difusão como um conjunto de seis aspectos: 1) Aperfeiçoamento dos inventos: inovações incrementais de produto e de processo; 2) Desenvolvimento de habilidades técnicas dos usuários (*learning-by-using*): treinamento de mão-de-obra para melhor uso da tecnologia; 3) Desenvolvimento de habilidades na fabricação de máquinas: dependência de máquinas especializadas na produção; 4) Complementaridade entre diferentes técnicas dentro de atividades de produção: muitas tecnologias dependem de outras para seu desenvolvimento; 5) Aperfeiçoamento em paralelo das velhas e novas tecnologias: convívio freqüente entre essas tecnologias e; 6) Contexto institucional: modificações para adaptar a leis, culturas, tradições, pois em muitos casos essas adaptações exigem por parte de empresa repensar o desenvolvimento do produto para a inserção no mercado. Certamente, muitos desses elementos também são desconsiderados quando utilizamos apenas os gastos de P&D como *proxy* da intensidade tecnológica das indústrias ou da firma. As variáveis que analisamos a seguir procuram incorporar algumas dessas atividades tecnológicas.

⁵ A diversificação pode ocorrer de três maneiras: (1) entrada em novos mercados com novos produtos, utilizando a mesma base de produção; (2) expansão no mesmo mercado com novos produtos com base em tecnologia diferente e; (3) entrada em novos mercados, com novos produtos, também baseados em uma área tecnológica diferente (PENROSE, 1959; cap 7).

3. Atividades Inovativas na Indústria de Transformação

O Manual de Oslo⁶ (OCDE, 2005) resgata a afirmação de Schumpeter (1942; 112) de que “o impulso que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou de transporte e das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria”. Ao conjunto de inovações ligadas ao surgimento de novo produto/processo, a publicação acrescenta aspectos relacionados às dimensões financeira e comercial das empresas para ampliar o escopo da inovação tecnológica. Adicionalmente, o Manual incorpora também às interações setoriais, aspectos organizacionais e de marketing, que expandem o conceito de inovação para o âmbito da firma, na direção de “novo para firma” (OCDE, 2005; 22).

Adotando a mesma perspectiva e à luz da discussão anterior, esta seção faz um exame das características das atividades inovativas da indústria de transformação de diferentes países (Brasil, Alemanha, França, Holanda, Itália, Espanha)⁷ com base em duas fontes das informações: 1) Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) de 2010 para dados das empresas brasileiras; e 2) *Community innovation survey* (CIS) de 2008 para os países da União Europeia. Ressalte-se que essas duas publicações acompanham a proposta do Manual de Oslo, incorporando, além da P&D interna, seis outros tipos de atividades entendidas como tecnológicas (PINTEC, 2008; 8):

- (1) Atividades internas de P&D (P&D): compreende o trabalho criativo, com o objetivo de aumentar o conhecimento e o uso destes conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados. O *design*, a construção e o teste de protótipos e de instalações-piloto constituem muitas vezes uma das fases mais importantes das atividades de P&D. Nestas atividades estão incluídas também o desenvolvimento de software, desde que este envolva um avanço tecnológico ou científico;
- (2) Aquisição externa de P&D (P&De): atividades de P&D realizadas por outra organização (empresas ou instituições tecnológicas) e adquiridas pelas empresas;
- (3) Aquisição de outros conhecimentos externos (CE): através de transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas;
- (4) Aquisição de máquinas, equipamentos e software (MES): aquisição de máquinas, equipamentos, hardware, especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos e aquisição de software (*design*, engenharia, de processamento e transmissão de dados, voz, gráficos, vídeos, para automatização de processos, etc.);
- (5) Treinamento (T): orientado ao desenvolvimento de produtos/processos novos ou substancialmente aprimorados e relacionados com as atividades inovativas da empresa;
- (6) Introdução das inovações tecnológicas no mercado (IM): atividades de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de produtos novos ou aperfeiçoados, podendo incluir: pesquisa de mercado, teste de mercado e publicidade para o lançamento de produtos e;
- (7) Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (PP): refere-se aos procedimentos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo.

Para dar suporte ao exame das características das atividades tecnológicas realizadas nas diferentes indústrias e países, foram elaborados dois indicadores descritos abaixo. É necessário observar que diferentemente do percentual de intensidade ou esforço tecnológico (relação entre gastos em P&D e vendas) “tradicional” da OCDE (2003), a segunda das duas relações propostas - número de empresas inovadoras realizando cada uma das sete atividades mencionadas acima - pode ser interpretado como um indicador de concentração. A opção de um índice baseado no número de empresas realizando atividades

⁶ Manual de Oslo é o principal documento para a elaboração da CIS e Pintec, base de dados - comentários abaixo - utilizada neste estudo.

⁷ Entre aqueles com informações disponíveis na CIS, os cinco países europeus foram selecionados pela importância relativa das suas indústrias.

tecnológicas explica-se pelo objetivo caracterizar essas atividades, ou seja, examinar em que medida elas são disseminadas nas diferentes indústrias. Ademais, optamos por manter a classificação setorial da OCDE (2003), mas adicionamos dois agregados: BeMB e MAeA - vide tabela 1 e 2 abaixo.

$$\text{Taxa Setorial de Inovação (\%): } TSI = \frac{\text{Número de Empresas que desenvolvem atividades inovativas}}{\text{Número Total de Empresas da Amostra}}$$

O TSI mede a o percentual de empresas que realizam algum tipo de atividade tecnológica, independentemente da atividade e da intensidade que é realizada. As relações medidas pelo TSI para cada um dos agregados e países são apresentadas na tabela 1. Os resultados dessa tabela permitem algumas observações. A primeira delas é que o TSI confirma algumas percepções “tradicionais”: (i) as firmas das indústrias BeMB realizam menos atividades tecnológicas (são menos difundidas entre as empresas) do que as empresas da MAeA; (ii) as empresas das economias “mais avançadas” (nível técnico-científico superior) estão mais amplamente vinculada às atividades inovativas nas suas diferentes formas do que as das economias “menos avançadas”. Por exemplo, as indústrias de BeMB da Alemanha apresentam uma taxa de inovação (60,2%) mais elevada do que a registrada no Brasil (28%) para essas mesmas indústrias. Além dessa relação entre os dois países ser similar nas indústrias MAeA (TSI de 82,7% e 44,2% respectivamente), também podemos observar que as taxas de inovação das últimas indústrias são maiores do que as das primeiras para ambos os países (e para os demais).

Tabela 1 – Taxa Setorial de Inovação (TSI) na Alemanha (Al), Holanda (Ho), França (Fr), Itália (It), e Brasil (Br) por Indústria (%)

	Al	Ho	Fr	It	Es	Br	Média	Desvio Padrão
Produtos alimentícios	52,6	43,6	34,4	37,7	22,3	31,1	36,9	10,4
Bebidas	56,8	72,2	37,5	50,2	-	29,3	49,2	16,7
Produtos do fumo	61,5	75,0	100,0	-	-	24,8	65,3	31,4
Têxteis, produtos de couro, vestuário e relacionados	67,3	52,2	37,7	29,4	16,9	26,2	38,3	18,5
Madeira, papel, impressão e reprodução de gravações	53,8	45,7	35,4	42,8	20,9	24,6	37,2	12,7
Coque e produtos petrolíferos refinados	60,7	72,2	71,4	35,5	69,2	34,8	57,3	17,6
Produtos de borracha e plástico	65,2	74,7	50,0	47,9	30,3	28,6	49,5	18,4
Móveis, jóias, instrumentos musicais, brinquedos, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	64,2	39,4	31,0	38,5	20,6	28,7	37,1	15,0
Outros produtos minerais não metálicos	64,3	64,5	46,1	44,6	17,8	25,3	43,8	19,4
Metalúrgicas de base e de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos	64,0	42,9	35,2	41,6	19,0	33,9	39,4	14,7
BT e MBT - Total das Indústrias de Baixa e Média-Baixa	60,2	46,7	36,1	38,9	19,7	28,0	38,3	14,2
Produtos químicos	87,1	71,3	70,9	64,4	57,9	46,5	66,4	13,7
Produtos farmoquímicos e farmacêuticos	81,5	84,8	66,5	77,3	74,5	60,7	74,2	9,1
Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	86,2	76,8	64,7	71,4	59,5	49,9	68,1	12,9
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	76,6	68,8	49,8	50,1	42,1	42,2	54,9	14,4
Máquinas e equipamentos	84,7	55,3	56,4	54,3	36,9	43,7	55,2	16,4
Veículos automotores, reboques e carrocerias	73,4	45,0	43,4	58,7	39,2	42,3	50,3	13,2
Outros equipamentos de transporte	72,5	42,9	51,8	31,5	43,1	19,9	43,6	17,9
MAT e AT - Total das Indústrias Média-Alta e Alta	82,7	60,3	58,0	55,7	45,6	44,2	57,7	13,9
Média	69,2	59,7	51,4	48,4	37,4	35,0		
Desvio Padrão	10,5	14,6	17,7	13,9	19,1	11,2		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da CIS (2008) e Pintec (2010)

Outro comentário que podemos extrair da tabela 1 diz respeito às médias e aos desvios-padrão. Mantendo os mesmos dois países como exemplo, se os desvios-padrão são similares (10,5 e 11,2 para Alemanha e Brasil, respectivamente), as médias da TIS são muito distintas (69,2% e 35%, idem). Essas características revelam certa homogeneidade interna em termos de atividades tecnológicas nas duas economias. Em outras palavras, enquanto os países reconhecidos pela competência técnico-científica apresentam taxas de inovações elevadas em todas as indústrias (Alemanha e, em menor grau, Holanda) para um dado desvio-padrão, os países menos avançados em tecnologias industriais (Espanha e Brasil) apresentam taxas menores - até mesmo em indústrias MAeA - para um desvio-padrão similar. Esse fato corrobora o argumento de que os países com alto desempenho em setores de alta tecnologia também são mais competitivos em setores considerados de baixa intensidade tecnológica (ROBESTSON E PATEL, 2007). Um resultado que parece traduzir a importância de fatores institucionais e estruturais desses países.

Há ainda uma última e importante observação relativa à tabela 1, que corrobora a discussão da sessão 2 deste estudo – necessidade de conjunto amplo de atividades tecnológicas capazes de abranger as diversas dinâmicas inovativas das diferentes indústrias. Algumas indústrias de BeMB tem um maior porcentagem de empresas envolvidas com atividade tecnológicas do que as de MAeA. Este é o caso, por exemplo, das indústrias de fumo e de borracha e plástico da Holanda ou de fumo e de produtos petrolíferos no Brasil.

O segundo indicador procura examinar o esforço em termos de atividades inovativas que ocorre além das fronteiras estabelecidas pelos departamentos de P&D das firmas. Esse indicador tem o objetivo de avaliar as características do processo de inovação das empresas que desenvolvem atividades tecnológicas e mostrar a concentração nos diferentes tipos de atividades. O indicador é calculado da seguinte forma:

$$\text{Taxa de Atividade Inovativa (\%): } TAI(i) = \frac{\text{Número de empresas que realizam a atividade inovativa (i)}}{\text{Número total de empresas com atividades inovativas}}$$

A TAI descreve o percentual de empresas que realizam a atividade tecnológica do tipo (i) em relação ao total de empresas inovadoras (número de empresas que realizam ao menos uma atividade tecnológica). Nesse sentido, a TAI expressa às atividades tecnológicas mais praticadas pelas firmas de cada indústria em um determinado país. Ressaltamos que essas atividades podem ser complementares e influenciam o processo de inovação das empresas de maneira diferentes, pois há condicionantes industriais distintos e variados arranjos institucionais em cada país. A tabela 2 apresenta a TAI para cada uma das sete atividades tecnológicas (i= 1, ...,7) descritas pela PINTEC (2008; 8) e listadas acima. A primeira delas, relacionadas às indústrias (linhas da tabela 2), indica que as atividades tecnológicas das empresas BeMB estão mais concentradas nas aquisições de máquinas, equipamentos, softwares (AMES) - como no estudo realizado por Pavitt (1984); principal atividade para 62% da empresas da categoria - seguida pela P&D interna (P&D) - média de 49% - e pelas atividades de treinamento (T) – como apontado por Lundvall (1988); média 38%. As posições das duas primeiras atividades tecnológicas se invertem no caso das indústrias MAeA – médias de 59% (AMES), 71% (P&D) e 45% (T)⁸. Em resumo, como estamos tratando de um conjunto de países com diferentes níveis de conhecimentos técnico-científico - as três atividades são muito relevantes.

As três atividades seguintes listadas na tabela 2 – introdução de inovações tecnológicas no mercado (ITM), projetos industriais e outras preparações técnicas (PIT) e aquisição externa de P&D - são realizadas por um número menor de empresas: em torno de 40% nas MAeA e pelo menos 20% nas BeMB. Essas atividades também são significativas para o processo de inovação. Apesar de menos difundida do que as demais, a sétima e última atividade – aquisição de outros conhecimentos externos

⁸ Assim, para os países da amostra, pelo menos 40% das empresas realizam as três atividades nas indústrias BeMB e um mínimo de 45% nas de MAeA.

(CE) - apresentada na tabela 2 é relevante: pelo menos 15% de todas as empresas da amostra usam esse recurso para inovação. Afora a ressalva feita para a P&D e aquisições de máquinas, equipamentos, softwares (AMES) mencionada acima, as demais relações entre as indústrias BeMB contraposta com as MAeA se mantêm: as TAIs das últimas são superiores a das primeiras nas demais atividades, ou seja, todos os tipos de atividades tecnológicas são praticados por um número também expressivo de firmas das indústrias de nível tecnológico mais elevado. As conclusões imediatas dos comentários anteriores são: (i) as TAIs justificam a inserção do conjunto de sete atividades para uma análise detalhada do processo de inovação em distintas indústrias, pois este conjunto é praticado em grau significativo por todas as empresas de todas as indústrias; (ii) os indicadores proposta não estabelecem uma ruptura com a “percepção tradicional” obtida a partir dos indicadores de intensidade de P&D, mas permite avanços comentados a seguir.

As firmas de BeMB têm como fonte de inovação outros setores (especialmente fornecedores especializados) o que caracteriza o processo inovativo como de difusão de tecnologia, isto é, mais vinculado às inovações incrementais e de processo, fato que fortalece a relação usuário-produtor. Como tratado na seção anterior, a inovação para o usuário está dentro do processo de difusão tecnológica, pois há incorporação de uma tecnologia que na maioria dos casos está relacionada com as já existentes no mercado. Porém, as inovações adquiridas externamente exigem das firmas usuárias esforços que estão “longe de ser simplesmente uma decisão de comprar e usar, a difusão implicará um processo de *aprendizagem, modificação da organização existente da produção e, freqüentemente, mesmo uma modificação dos produtos.*” (DOSI, PAVITT E SOETE, 1990, p. 119, *itálicos no original*). Esses aspectos estão diretamente relacionados com às inovações em setores de Be MB, aqueles vinculados ao desenvolvimento tecnológico mais voltados à diferenciação de produto, eficiência de custo e controle de ativos complementares (ACHA e TUNZELMANN, 2005).

Estas observações permitem analisar a importância de todas as atividades descritas na tabela 2. Por exemplo, na indústria de alimentos (classificada em BeMB) as atividades relacionadas à inovação de processo e organizacional, como aquisição de máquinas, equipamentos e software (AMES), treinamento (T) e projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (PIT)⁹, são quase tão relevantes quanto a P&D interna. Por se tratar de um setor intensivo em escala e que exige sofisticadas estratégias organizacionais internas e externas (ao longo da cadeia produtiva), esse conjunto de atividades tecnológicas são essenciais. Ademais, por se tratar de uma indústria em que as inovações em produto radicais são pouco frequentes, ou seja, a maioria das inovações é por diferenciação de produtos, há uma expressiva concentração (37%) de empresas realizando a atividade de “introdução das inovações tecnológicas no mercado (ITM)”, ou seja, relacionada às atividades de marketing. Ressalte-se que essa atividade é quase tão disseminada nas indústrias BeMB quanto nas MAeA.

⁹ Essas três atividades são, respectivamente, a segunda, terceira e quarta mais praticadas pelas diferentes indústrias nos diferentes países. Esse fato é revelador da importância fontes externas de conhecimento e dos mecanismos de aprendizado.

Tabela 2 – Distribuição das Atividades Inovativas das Empresas Inovadoras* (%)

	Empresas Inovadoras com P&D Interna (P&D)								Aquisição de máquinas e equipamentos e Software (AMES)								Treinamento (T)								Introdução das inovações tecnológicas no mercado (ITM)								Projeto industrial e outras preparações técnicas (PIT)								Aquisição externa de P&D (P&De)								Aquisição de outros conhecimentos externos (CE)							
	Al	Es	Fr	It	Ho	Br	M	Dp	Al	Es	Fr	It	Ho	Br	M	Dp	Al	Es	Fr	It	Ho	Br	M	Dp	Al	Es	Fr	It	Ho	Br	M	Dp	Al	Es	Fr	It	Ho	Br	M	Dp	Al	Es	Fr	It	Ho	Br	M	Dp	Al	Es	Fr	It	Ho	Br	M	Dp
A	42	50	74	34	74	11	48	24	67	52	56	91	78	77	70	15	56	9	54	44	41	38	40	17	43	25	39	22	52	39	37	11	53	11	38	25	39	32	33	14	16	31	31	8	41	4	22	15	32	2	15	9	17	12	14	10
B	22	-	59	37	80	9	41	28	73	-	58	88	47	78	69	16	42	-	49	42	47	24	41	10	71	-	34	23	40	24	39	19	64	-	19	26	40	39	38	17	9	-	-	17	40	5	18	16	26	-	7	22	20	10	17	8
F	31	-	100	-	100	39	68	38	100	-	-	-	75	57	77	22	75	-	-	-	25	47	49	25	75	-	-	-	13	34	40	32	100	-	-	-	25	60	62	38	38	-	-	-	50	6	31	22	38	-	-	0	13	17	19	
TCV	74	62	66	50	80	6	56	27	69	37	47	82	71	83	65	19	44	8	51	36	39	29	34	15	46	31	29	25	39	27	33	8	60	17	39	27	36	26	34	15	31	24	24	16	47	2	24	15	22	2	14	13	17	10	13	7
MPI	49	29	45	38	71	9	40	21	76	60	63	91	79	89	77	13	53	10	50	40	51	43	41	16	25	22	22	20	26	26	23	2	56	12	38	29	31	28	32	14	17	14	14	13	31	4	15	9	25	4	15	9	19	17	15	8
CP	68	56	47	56	75	28	55	17	92	33	53	81	63	75	66	21	84	11	97	54	50	52	58	30	81	44	87	29	38	30	51	26	81	-	77	27	25	48	52	27	27	44	44	47	25	2	32	17	35	44	33	14	-	11	27	15
BP	76	54	73	64	88	20	62	24	72	45	54	83	57	85	66	16	60	13	45	52	40	49	43	16	55	26	30	28	36	50	37	12	63	15	45	44	34	29	38	16	20	24	24	16	48	7	23	14	22	2	16	18	26	10	16	8
MPD	61	43	64	48	76	8	50	24	75	48	56	80	73	83	69	14	62	10	55	51	53	49	47	18	46	28	34	29	38	33	35	6	64	15	35	41	38	38	39	16	21	19	19	21	37	4	20	10	26	3	16	14	24	13	16	8
NM	79	48	55	41	94	3	53	32	60	50	62	91	67	86	69	16	53	9	53	33	50	30	38	17	51	29	38	29	53	26	38	12	66	9	37	27	45	37	37	19	27	22	22	15	61	4	25	19	22	3	16	13	21	7	14	8
MM	59	50	60	36	82	11	50	24	71	52	63	87	70	84	71	13	47	16	57	43	60	41	44	16	31	18	20	18	27	21	22	5	56	14	33	32	33	32	33	13	19	23	23	15	31	8	20	8	23	2	12	13	22	11	14	8
B/MB	58	47	62	42	75	10	49	22	69	42	51	77	62	72	62	14	52	10	51	39	41	36	38	15	48	25	33	22	33	28	32	9	60	12	36	28	31	34	33	16	20	22	22	17	40	4	21	12	25	7	14	12	17	10	14	6
Q	93	80	87	74	93	48	79	17	67	27	52	45	49	71	52	16	50	15	53	38	51	44	42	14	59	33	47	12	56	43	42	17	69	11	51	12	38	47	38	23	35	36	36	30	53	9	33	14	33	2	15	12	22	13	16	10
FA	94	87	80	89	70	48	78	17	84	20	52	70	57	70	59	22	67	18	57	60	43	52	50	17	66	23	43	35	48	62	46	16	77	8	48	34	25	50	40	24	64	65	65	50	64	19	55	18	34	4	44	23	23	11	23	15
EI	88	82	90	75	97	43	79	19	75	31	50	68	56	71	58	16	68	17	57	49	54	54	50	17	61	36	48	44	55	48	49	9	87	13	53	49	49	48	50	24	39	34	34	42	58	14	37	14	30	3	20	19	18	21	18	9
MA	86	76	89	64	88	24	71	25	85	35	51	82	70	61	64	19	69	17	56	33	72	46	49	21	49	34	44	28	50	54	43	10	67	14	63	45	42	24	43	21	30	27	27	23	37	4	25	11	33	3	16	15	25	13	18	10
ME	74	73	83	62	94	21	68	25	73	33	42	73	45	75	57	19	65	14	53	43	51	43	45	17	44	35	41	29	32	32	6	69	17	50	42	43	37	43	17	28	30	30	17	40	8	25	12	34	2	16	10	18	13	16	11	
VA	75	58	78	66	69	19	61	21	88	41	41	90	45	69	62	23	76	13	43	61	36	32	43	22	39	23	29	12	27	27	9	71	13	36	42	36	44	40	19	40	46	46	34	36	8	35	14	21	4	13	32	6	19	16	11	
OE	98	76	88	87	83	23	76	27	78	32	51	83	50	82	63	21	54	19	50	63	33	45	44	16	64	19	32	18	34	40	35	17	87	9	53	47	28	56	47	27	43	42	42	56	64	4	42	21	33	6	27	22	33	15	22	11
MA/A	81	75	85	67	85	30	71	21	78	31	49	73	53	71	59	18	64	16	53	49	49	45	46	16	55	29	41	25	43	44	39	11	75	12	51	39	37	44	43	21	40	40	40	36	50	10	36	14	31	3	22	19	21	15	18	9
M	69	61	73	57	83	22			76	39	53	80	61	76			60	13	55	46	47	42			53	28	38	25	39	36		70	12	44	34	36	40			30	32	32	26	45	7			29	6	18	16	19	13			
DP	21	17	16	18	10	14			10	11	6	11	11	9			11	4	11	9	10	8			15	7	14	8	12	11		12	3	13	10	7	10			13	13	13	15	11	4			5	10	9	6	7	3			

A	Produtos alimentícios	MPD	Móveis, jóias, instrumentos musicais, brinquedos, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	MA	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos
B	Bebidas	NM	Outros produtos minerais não metálicos	ME	Máquinas e equipamentos
F	Produtos do fumo	MM	Metalúrgicas de base e de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos	VA	Veículos automotores, reboques e carrocerias
TCV	Têxteis, produtos de couro, vestuário e relacionados	B/MB	BT e MBT - Total das Indústrias de Baixa e Média-Baixa	OE	Outros equipamentos de transporte
MPI	Madeira, papel, impressão e reprodução de gravações	Q	Produtos químicos	MA/A	MAT e AT - Total das Indústrias Média-Alta e Alta
CP	Coque e produtos petrolíferos refinados	FA	Produtos farmoquímicos e farmacêuticos	M	Média
BP	Produtos de borracha e plástico	EI	Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	DP	Desvio Padrão

(*) As empresas podem realizar mais de uma atividade inovativa.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da CIS (2008) e Pintec (2010)

A tabela 2 mostra também que as características da inovação setorial diferem entre os países (análise das colunas da tabela 2 complementada com a tabela 1). Alguns países têm as atividades inovativas concentradas em diferentes setores, características que podem estar vinculadas aos condicionantes institucionais e estruturais, que tornam diversos o desenvolvimento tecnológico de cada país¹⁰. Nesse sentido, podemos traçar um gradiente entre as atividades tecnológicas dos países. Os países portadores de avançados conhecimento técnico-científico mantêm taxas comparativamente mais elevadas nos diferentes tipos de atividades tecnológicas e em todas as indústrias - caso, por exemplo, da Alemanha e Holanda. Esses países são seguidos por outros com taxas crescentemente inferiores. Vale ressaltar que o aumento da “diferença” entre os países começa por uma redução do número de empresas realizando atividades tecnológicas nas indústrias de BeMB, mas mantendo forte concentração de atividades nas indústrias MAeA - caso da França. À medida que essa “diferença” entre os países aumenta, as atividades na MAeA também são reduzidas - vide a Itália.

O caso brasileiro é distintivo. O percentual de empresas com dispêndio em P&D interna é muito baixo quando comparado ao dos demais países da amostra, em qualquer das dimensões representadas na tabela 2. Os aspectos ligados à difusão tecnológica é a parte mais significativa do processo inovativo das firmas de toda a indústria de transformação do país. Se a aquisição de máquinas, equipamentos e software (AMES) é apontada pelas empresas como principal forma de inovação, a P&D interna é apenas a quinta atividade tecnológica realizada pelas empresas, independentemente da indústria. Para Robertson e Patel (2007), esta é uma característica de regiões ou empresas tecnologicamente atrasadas, caso em que à difusão passa a ter grande importância para suprir o *catching-up* tecnológico.

O exame comparado dos desvios-padrão das atividades *vis a vis* os países da tabela 2 permite constatar que existe uma heterogeneidade maior entre as indústrias dos diferentes países do que entre as indústrias de um mesmo país. Essa característica pode decorrer da “cultura inovativa” do país e das diferenças da estrutura do ambiente nacional no processo de desenvolvimento tecnológico.

4. Conclusões

O artigo avalia as características da inovação tecnológica a partir do pressuposto de que esse fenômeno é parte de um processo composto por diferentes modos de produção de conhecimentos técnico-científicos e de aprendizados. Após uma revisão da literatura evolucionista, além da “tradicional” pesquisa e desenvolvimento (P&D), adicionamos um conjunto amplo de atividades desenvolvidas no âmbito da firma, relacionadas à inovação incremental, interação setorial, diversificação, relação usuário-produtor, alguns deles muito relacionados à difusão da tecnologia.

Esse conjunto mais amplo de atividades inovativas permitiu avançar e complementar a discussão sobre o processo de inovação nas indústrias de BeMB. Além de confirmar algumas percepções “tradicionais”: (i) as firmas das indústrias BeMB realizam menos atividades tecnológicas (são menos difundidas entre as empresas) do que as empresas da MAeA; (ii) as empresas das economias “mais avançadas” (nível técnico-científico superior) estão mais amplamente vinculada com as atividades inovativas nas suas diferentes formas do que as das economias “menos avançadas”. Os indicadores propostos apontam ainda para certa homogeneidade interna em termos de atividades tecnológicas nas economias com alto desempenho em setores de alta tecnologia, ou seja, essas atividades são também mais difundidas entre as empresas das indústrias de baixa e média-baixa intensidade tecnológica. Esse fato parece traduzir a importância de fatores institucionais e estruturais desses países.

Ademais, constatamos que algumas indústrias de BeMB têm um maior porcentagem de empresas envolvidas com atividade tecnológicas do que as de MAeA em determinados países. Esse resultado está aparentemente vinculado a países com empresas que estão entre as líderes nos mercados internacionais.

¹⁰ Malerba (2002), Lundvall (1992), Nelson (1994), apontam a estrutura institucional local/nacional como um fator que influencia o desenvolvimento tecnológico dos países.

A partir do conjunto que abrange as diversas dinâmicas inovativas das diferentes indústrias, confirmamos que as atividades tecnológicas das empresas BeMB estão mais concentradas nas aquisições de máquinas, equipamentos, softwares (AMES), seguida pela P&D interna (P&D) e pelas atividades de treinamento (T). Por outro lado, no caso das indústrias MAeA as posições das duas primeiras atividades se invertem. No entanto, mesmo se tratando de um conjunto de países com diferentes níveis de conhecimentos técnico-científico, todas as atividades são muito relevantes para todas as indústrias, com especial ênfase para as três primeiras.

As características da inovação setorial diferem entre os países, ou seja, existe uma heterogeneidade maior entre as indústrias dos diferentes países do que entre as indústrias de um mesmo país. O caso brasileiro é exemplar, pois o percentual de empresas com dispêndio em P&D interna é muito baixo, - é apenas a quinta atividade tecnológica realizada pelas empresas - e a aquisição de máquinas, equipamentos e software (AMES) é apontada pelas empresas como principal forma de inovação. Essas são características de regiões ou empresas tecnologicamente atrasadas, caso em que a difusão de tecnologias tem grande importância para suprir o *catching-up* tecnológico.

Os indicadores propostos não estabelecem uma ruptura com a “percepção tradicional” obtida a partir dos indicadores de intensidade de P&D, mas complementam a análise das características da inovação dos setores da indústria de transformação a partir de um conjunto amplo de atividades inovativas. Esses indicadores mostram diferenças expressivas nas características de inovação nas indústrias dos diferentes países e a importâncias de condicionantes institucionais e estruturais que determinam as atividades tecnológicas dos países.

Referências

ACHA, V.; TUNZELMANN VON, N.; (2005). “Innovation in ‘low-tech’ industries.” *In*: J. FAGERBERG, D. MOWERY & R. R. NELSON (Eds): *The Oxford Handbook of Innovation*, pp. 407–432. Oxford: Oxford University Press.

CIS (2008) Community Innovation Survey, Disponível em: <<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>> Acesso em: 17 de julho. 2012.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, A.D., (1990). “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation, pp. 128-152.

DOSI, G., (1988). “Sources, procedures and microeconomic effects of innovation.” *Journal of Economic Literature*, v. 27, pp. 1120-1171.

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

FURTADO, A., (2005). “Difusão tecnológica: um debate superado?” *In* PELAEZ, TAMÁS & SZMRECSÁNUYI (orgs). *Economia da Inovação*. São Paulo: Editora Hucitec/Ordem dos Economistas do Brasil, pp. 168-192.

HIRSCH-KREINSEN, H. JACOBSON D.; LAESTADIUS S.; SMITH K.; (2003) “Low-tech industries and the knowledge economy: state of the art and research challenges.” Artigo do projeto Policy and innovation in low-tech – Pilot. Disponível em: <<http://pilot-project.org/publications/sota2.pdf>>. Acesso em: 17 de julho. 2012.

HIRSCH-KREINSEN, H. (2008) “Low-Technology”: A forgotten sector in innovation policy. *J. Technol. Manag. Innov.* 2008, Volume 3, Issue 3, p 11-20.

- KLINE, S. J.; ROSENBERG, N., (1986). “An overview of innovation.” *In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (eds.), The Positive Sum Strategy - Harnessing Technology for Economic Growth*, Washington, pp. 275-305.
- 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, 1988.
- MALERBA, F. (2002). “Sectoral Systems of Innovation and Production”. *Research Policy* 31, 2002, pp. 247-264.
- 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), 20011 Disponível em: <<http://www.ungs.edu.ar/globelics/wp-content/uploads/2011/12/ID-365-Morceiro-Fornari-Gomes-Inclusive-innovation.pdf>> Acesso em: 17 de julho. 2012.
- OCDE, (2002) Manual de Frascati Proposta de Práticas Exemplares para Inquéritos sobre Investigação e Desenvolvimento Experimental, Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0023/23423.pdf> Acesso em: 17 de julho. 2012.
- OCDE (2003): ISIC REV. 3 Technology Intensity Definition and STAN July 2011. Disponível em: < <http://www.oecd.org/dataoecd/43/41/48350231.pdf>> Acesso em: 17 de julho. 2012.
- OECD, (2005) Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação, Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0026/26032.pdf> Acesso em: 17 de julho. 2012.
- PATEL, P.; PAVITT, K., (1994). “The continuing, widespread (and neglected) importance of improvements in mechanical technologies.” *Research Policy* 23, pp. 533–545.
- PAVITT, K., (1984). “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory.” *Research Policy* 13, pp.343–373.
- PAVITT, K.; ROBSON, M.; TOWNSEND J., (1998) “Technological accumulation, diversification and organization in UK companies”, 1945-1983. *Management Science*, v. 35, n. 1, p. 81-99, jan. 1989.
- PENROSE, E. (1959). “The Theory of the Growth of the Firm.” 3rd ed., Oxford
- PINTEC, (2008) Pesquisa de Inovação Tecnológica, Disponível em:< <http://www.pintec.ibge.gov.br/>> Acesso em: 17 de julho. 2012.
- ROBERTSON, P. L.; PATEL, P. R., (2007). “New Wine in Old Bottles-Technological Diffusion in Developed Economies.” *Research Policy*, 36(5), pp. 708–721.
- ROSENBERG, N., (1976). “Factors Affecting the Diffusion of Technology”. *In: ROSENBERG, N. (Ed.), Perspectives on Technology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 189–210.
- ROSENBERG, N., (1982). *Por Dentro da Caixa Preta: tecnologia e economia*. Campinas: Editora da Unicamp.
- SCHUMPETER, J. A., (1942). “Capitalism, Socialism, and Democracy”. New York: Harper and Brothers.
- TEECE, D. et al. (1997) “Dynamic capabilities and strategic management”. *Strategic Management Journal*, v. 18, n. 7, p. 509-533, ago. 1997.

ANEXO 1

Classificação Industrial por Intensidade Tecnológica Segundo a OCDE

Nomenclatura as Atividades Industriais	ISIC Rev. 3	Intensidade média
Indústria de alta tecnologia	-	9,3
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
Indústria 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+259	2,9
Máquinas e equipamentos mecânicos n.e.	29	2,1
Indústria de média-baixa tecnologia	-	0,8
Construção e reparação naval	351	1,0
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
Indústria 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
Total da Indústria de Transformação	15-37	2,5

Nota: Intensidade tecnológica é definida como os gastos diretos em P&D como porcentagem do valor da produção (ou das vendas). Essa relação é calculada a partir de valores medidos em paridade poder de compra e com dados para 12 países da OCDE: Estados Unidos, Canadá, Japão, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Irlanda, Itália, Espanha, Suécia, Reino Unido, Média dos anos de (1991-1999).

Fonte: OCDE (2003)