

A Heterogeneidade Do Processo De Inovação Na Indústria Brasileira: Análise A Partir De Fatos Estilizados

The Heterogeneity Of Innovation Process In The Brazilian Industry: Analysis From Stylized Facts

La Heterogeneidad De Los Procesos De Innovación Em La Industria Brasileña: Análisis De Los Hechos Estilizados

Ronivaldo Steingraber

Professor Do Programa De Pós-Graduação Em Economia Da Ufsc
Ronivaldo.Steingraber@Gmail.Com

Flávio De Oliveira Gonçalves

Professor Do Curso De Pós-Graduação Em Desenvolvimento Econômico Da Ufpr
F.Goncalves@Ufpr.Br

Resumo

Este artigo busca analisar a dinâmica do processo de inovação na economia. Analisa-se a estrutura econômica e as condições sociais envolvidas no progresso tecnológico e a promoção de inovações. A estrutura econômica é considerada frente às características da empresa inovadora e o acúmulo de competências dedicadas à inovação. As condições sociais são analisadas frente o papel das instituições no processo de inovação. Verifica-se o aumento do esforço de desenvolvimento tecnológico, científico e inovador nos últimos anos no Brasil, todavia, este esforço ainda é de geração de conhecimento codificado e não conhecimento tácito, centralizado nos gastos públicos e nas universidades. O setor privado participa pouco do esforço de construção de conhecimento nacional e depende de tecnologias estrangeiras para inovar. Os dados ainda mostram uma alta dispersão da inovação (em produto e processo) que varia nos setores (indústrias), nas regiões e principais estados brasileiros e conforme o tamanho da empresa.

Palavras-chave: Inovação Sistêmica, Sistema Setorial de Inovação, Sistema Nacional de Inovação, Sistema Regional de



Inovação, Sistema Tecnológico.

Abstract

This article seeks to analyze the dynamics of innovation in the economy. It analyzes the economic structure and social conditions involved in promoting technological progress and innovations. The economic structure is considered against the requirements of the innovator and the accumulation of capabilities dedicated to innovation. The social conditions are analyzed using the role of institutions in the innovation process. There is increasing effort to develop technological, scientific and innovative in recent years in Brazil, however, this effort is still generating codified and not tacit knowledge, it is centralized in public spending and universities. The private sector participates bit of effort to build national knowledge and depends on foreign technologies to innovate. The data also show a high dispersion of innovation (in product and process) ranging sectors (industries), the main Brazilian states and regions and by size of company.

Key words: Systemic Innovation, Sectoral Innovation System, National Innovation System, Regional Innovation System, Technology System.

Resumen

En este trabajo se analiza la dinámica de la innovación en la economía. Analizar la estructura económica y las condiciones sociales que participan en la promoción del progreso tecnológico y las innovaciones. La estructura económica se considera la parte delantera cuenta con capacidad de innovación y la acumulación de la empresa dedicados a la innovación. Las condiciones sociales son analizadas en contra del papel de las instituciones en el proceso de innovación. Hay cada vez más esfuerzos para desarrollar tecnológica, científica e innovadora en los últimos años en Brasil, sin embargo, este esfuerzo sigue generando conocimiento codificado y no conocimiento tácito, está centralizado en el gasto público y las universidades. El sector privado participa poco de esfuerzo para construir el conocimiento nacional y depende de las tecnologías extranjeras para innovar. Los datos también muestran una alta dispersión de la innovación (en productos y procesos) que van sectores (industrias), los principales estados y regiones brasileñas y por tamaño de empresa.

Palabras clave: Innovación Sistémica, Sistema de Innovación Sectorial, Sistema Nacional de Innovación, Sistema Regional de Innovación, Sistema Tecnológico.



1. Introdução

O processo de inovação assumiu um importante papel na determinação do crescimento e do desenvolvimento econômico. Várias linhas de pesquisa na economia buscam explicar como surge o progresso tecnológico e como este desenvolve as inovações. A contribuição deste artigo está na discussão sobre o papel da inovação na economia, identificando os fatos estilizados para a indústria brasileira que confirmem a dinâmica sistêmica do processo de inovação. Para tal, este artigo se insere na rica discussão da literatura Schumpeteriana sobre o progresso tecnológico e o ambiente inerente ao processo inovador.

A literatura aponta fatores microeconômicos para inovar, como o acúmulo de competências para inovar, além de fatores macroeconômicos, como a interação da empresa com outros agentes (sociais) para aprender a manusear um novo conhecimento tecnológico.

O arranjo sistêmico do processo de inovação é visualizado por meio dos dados da Pesquisa de Inovação e Tecnologia (PINTEC 2008) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que permitem a classificação da inovação na empresa, nos setores da indústria, nos estados e de acordo com a presença de instituições, como o governo, universidades, entre outros.

O papel social no desenvolvimento das inovações é apresentado na definição das instituições e da formação do capital social. Verifica-se que a relação entre a empresa e as instituições é limitada pela estrutura econômica, geográfica e tecnológica que formam o capital social, definido como a rede de relacionamento entre as firmas envolvidas com o progresso tecnológico e os demais atores envolvidos com o desenvolvimento de inovações. Percebe-se que o conceito de instituição na economia é amplo e vago. Nelson e Sampat (2002) criticam esta falta de critério e mostram que a de-



finição de instituição é usada desde a definição de regras e comportamentos sociais formais e informais (como leis e direitos de propriedade e hábitos e costumes, respectivamente) até a caracterização de atores sociais, como universidades e centros de pesquisa.

A construção teórica do ambiente inovador passa pela definição dos sistemas de inovação, apresentada no trabalho seminal de Freeman (1987). Na literatura Schumpeteriana estes sistemas são apresentados em quatro modalidades que são formas de estruturar a dinâmica do processo de inovação na economia. Estes sistemas são apresentados na seção 2, a qual analisa o Sistema Nacional de Inovação (SNI) definido nos artigos seminais de Lundvall (1992) e Nelson (1993), o Sistema Setorial de Inovação (SSI) apresentado em Breschi e Malerba (1997), o Sistema Regional de Inovação (SRI) conforme Cooke (1992) e Cooke *et alli* (1997) e o Sistema Tecnológico (ST) desenvolvido no trabalho de Carlsson e

Jacobson (1997).

A seção 3 se dedica a identificação dos fatos estilizados verificados em estudos e dados sobre a inovação no Brasil. Utilizando-se as conclusões alcançadas pelos estudos pioneiros e por meio dos dados da PINTEC (IBGE, 2005) pode-se verificar que a inovação possui competências microeconômicas (*capabilities*), diferenças setoriais, regionais e de estrutura econômica (como acesso ao mercado internacional e concentração de mercado). Estas características são determinantes para se concluir pela heterogeneidade das empresas, setores, tecnologias e território frente ao processo de inovação na indústria brasileira. A seção 4 concluiu o artigo.

2. A Inovação na Economia

A contribuição original na economia em relação à inovação é creditada a Schumpeter, sua



teoria tem influenciado trabalhos que partem da importância da inovação como força de indução do crescimento econômico. As consequências econômicas são amplamente unânimes nesta linha de pesquisa: i) não existência de equilíbrios; ii) a geração de lucros acima da média para o inovador (quase-renda, por serem passageiros); iii) criação-destruidora; iv) as inovações podem ser incrementais ou radicais (que explicam o potencial de iii).

A partir do trabalho de Nelson e Winter (1982) a inovação passa a ser relacionada com a construção de habilidades e competências¹. A economia evolucionária analisa o processo de busca destas habilidades, bem como o processo de aprendizagem na assimilação destas pelas organizações para o desenvolvimento de inovações.

A inovação depende de uma ampla gama de fatores externos para ser implementada. Esta característica justifica o estudo da inovação sob a forma de sistemas, em virtu-

de do desenvolvimento tecnológico e das inovações serem específicos para cada indústria. A análise de sistemas já existia na literatura econômica sob a ótica da produção, desde List até Marshall. Cooke (2001) resume bem esta evolução e Suzigan *et alli* (1996) mostram que o conceito de sistema de inovação apresenta a inovação como endógena dentro de um sistema de produção, cujo conceito é de articulação da cadeia produtiva, portanto, trata-se de uma análise microeconômica de estrutura de mercado (mesoeconomia) e sua capacidade de inovar.

O sistema de inovação é desenvolvido na economia em função de duas áreas: a economia regional e urbana (mais tarde chamada de nova economia geográfica) e a economia evolucionária. O texto de Cooke (2001) analisa

¹ Ver Teece *et alli* (1997) para a definição de competências (*capabilities*) para inovação em uma empresa. Adota-se neste artigo a definição de *capabilities* para definir competência, habilidades ou qualquer outra qualidade necessária para a empresa inovar em produto, processo ou mudança organizacional voltada à inovação, denominada a partir daqui apenas de competência para inovação.



a evolução do conceito de sistemas de inovação conforme as duas vertentes teóricas em seu estudo.

A primeira abordagem sistêmica da inovação evolucionária é do Sistema Setorial de Inovação (SSI) de Pavitt (1984) e Breschi e Malerba (1997). Mais adiante foi desenvolvido o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI), apresentado por Lundvall (1992) e Nelson (1993). Uma revisão histórica do SNI é abordada em Freeman (1995).

A abordagem regional do sistema de inovações foi apresentada nos trabalhos seminiais de Cooke (1992) e Cooke *et alli* (1997). Nestes trabalhos os autores argumentam que a proximidade (fator geográfico) determina diferenças de desempenho entre as empresas. Desta forma, as empresas próximas, formando um agrupamento ou cluster, apresentam taxas de inovação mais elevadas em relação às empresas não pertencentes ao agrupamento.

A contribuição de Carlsson e Jacobson (1997) foi de que o sistema de inovação pode ser analisado pela ótica da tecnologia. Os autores definem o sistema tecnológico como rede ou redes de agentes envolvidos com uma tecnologia específica, pertencentes a uma infraestrutura institucional voltada a geração, difusão e utilização de determinada tecnologia.

2.1 O Sistema Nacional de Inovação (SNI)

Em relação ao Sistema Nacional de Inovação (SNI), Cimoli e Giusta (1998) argumentam que faltam pesquisas de microfundamentos para definir os três planos do sistema: nacional, regional e setorial. A relação entre os três focos é evidente. Contudo, não existe consenso entre as diversas linhas teóricas da inovação na economia sobre o desenho da interação entre os focos do sistema de inovação de um país.

A ênfase do sistema de inovação macro (que é o Sistema Nacional de Inovação - SNI)



– segundo Cimoli e Giusta (1998) – está na indústria e sua relação (seja setorial ou microeconômica) é analisada com a formação de competências e instituições que formam o SNI. Esta abordagem, conforme comenta Freeman (1995), gira em torno da tecnologia que é a variável fundamental de articulação deste sistema. A relação do setor industrial com as instituições é permeada pelo desenvolvimento de competências necessárias para o desenvolvimento de inovações e para o progresso tecnológico. Percebe-se também que a construção do processo de inovação entre a indústria e as instituições é limitada pelo ambiente macroeconômico, principalmente se este é um sistema aberto, ou seja, a economia está envolvida na competição internacional que disponibiliza recursos, oferta de produtos, processos e tecnologias².

A ideia central do SNI é comparar o desempenho tecnológico e inovador entre países³. Lundvall *et alli* (2002) mostram que esta

comparação está baseada em duas premissas. A primeira premissa é que um país pode escolher uma estratégia de desenvolvimento tecnológico (inovações radicais, presentes em trajetórias tecnológicas específicas são mais fáceis de serem identificadas, analisadas e comparadas). A segunda premissa é a ideia de que o mercado doméstico é um fator importante para o desenvolvimento das inovações, desta forma, o tamanho do mercado interno condiciona (e limita) o desenvolvimento tecnológico do país.

A evolução de trajetórias tecnológicas diferentes entre os países parte do conceito de que as mesmas pertencem a um paradigma tecnológico, conforme apontam os historiadores da tecnologia, como Mowery e Rosenberg (2005). Dentro de um mesmo paradigma existem países situados na fronteira tecnológica (*best practices*) e países mais atrasados. Estas diferenças são explicadas pela trajetória tecnológica seguida por cada país, na medida em



que a mesma depende das competências individuais (capital humano⁴, p.ex.), instituições (governo e as regras de proteção ao direito de propriedade, p.ex), formação de capital social⁵ (relação universidade-empresa, p.ex) e os atores econômicos (indústrias e empresas, p.ex).

Para Andersen e Lundvall (1997, p. 254) o SNI pode ser definido como a especialização tecnológica seguida por cada país e que difere em função do processo de aprendizado e do sistema local (nacional) de produção. Percebe-se que a ênfase na definição do SNI reside no setor industrial e o desenho das institui-

2 O mesmo raciocínio pode ser estendido para a qualidade e a variedade destes, conforme o modelo de Grossman e Helpman (1993).

3 Por exemplo, Leoncini et alli (1996) comparam o SNI da Itália e da Alemanha. Os autores concluem que o SNI alemão é composto por uma conexão sistêmica. O SNI italiano é dual, composto por setores de alta tecnologia coexistindo com setores tradicionais, o que determina a formação de uma rede periférica de inovação.

4 O capital humano é geralmente relacionado com os anos de estudo, mas inclui treinamento e qualificações também.

5 O capital social é geralmente relacionado com as redes de valores e contatos, seja entre empresas, indivíduos ou instituições.

ções envolvidas no processo de inovação da estrutura industrial de cada país. O objeto de análise do SNI é a relação entre as indústrias nacionais e o processo de inovação. Trata-se, portanto, de uma análise macroeconômica do processo de inovação. O estudo da OCDE (2002) é incisivo em mostrar que o governo possui um papel importante na definição da uma estratégia nacional de inovação. Andersen e Lundvall (1997) denominam o processo de estrutura de governança (nacional), onde este envolve o governo e os demais atores (como as empresas e as instituições).

Entre as principais características do SNI apontadas no estudo da OCDE (2002) percebe-se que o processo de inovação é definido como o conjunto de atividades complexas, na medida em que envolve diversos atores. A empresa, que é o local onde a inovação é verificada, depende de inúmeros atores pertencentes ao sistema de inovação. O local de análise do processo de inovação também não é único, os



agentes envolvidos com o processo de inovação estão dispersos em setores e regiões diferentes. Igualmente às instituições, a trajetória da tecnologia e as especificidades do processo de aprendizagem (que dependem particularmente da relação entre as empresas e as instituições) variam no conjunto da economia.

A importância do foco internacional na definição do sistema de inovação pode ser verificada na definição de SNI da OCDE (2002). Este é o foco principal da análise do sistema de inovação do ponto de vista nacional (do país). Outra vantagem, segundo o estudo da OCDE (2002), é a definição de incentivos para inovação por meio de políticas públicas. Desde o trabalho de Porter⁶ com a ideia de vantagem competitiva da nação, percebe-se que o governo é um ator decisivo na orientação de estratégias de desenvolvimento tecnológico (entre outras possíveis áreas de políticas públicas).

A análise do SNI implica na identificação

das competências internacionais do país, em comparação com os demais países (ou grupos de países). Estas competências são verificadas através da estrutura do balanço de pagamentos, como o estudo do padrão do comércio internacional dos países latino-americanos da CEPAL (2008). As exportações e importações mostram as vantagens e fragilidades da estrutura produtiva local do país e sua inserção internacional que, em alguma medida, reflete o grau de desenvolvimento tecnológico e inovação da economia.

Estas competências são variadas e envolvem a construção de indicadores de patentes, citações de conhecimento (pesquisas e patentes), número de cientistas (homens e mulheres), número de doutores, entre vários indicadores, como aponta Veugelers (2007) em seu estudo dos indicadores de inovação, pesquisa básica e desenvolvimento tecnológi-

⁶ Ver Porter (1998) para uma revisão do conceito de vantagem competitiva da nação.



co dos países da OCDE.

Outro ponto conclusivo do SNI é a identificação dos atores institucionais e das políticas públicas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) do país. O principal desenho de interação institucional para o processo de inovação é a 'hélice tripla', conforme Etzkowitz e Leydesdorff (2000), definida como a junção de empresas, governo e universidades no desenvolvimento científico, tecnológico e nas inovações. Os autores mostram que o desenvolvimento tecnológico nacional depende de fatores históricos na construção do ambiente com os três atores envolvidos no processo de P&D&I.

O SNI mostra que alguns papéis relacionados à inovação e ao progresso tecnológico são bem conhecidos, pois dependem de atores específicos, como a necessidade de capital humano que depende em grande medida da política educacional, influenciada principalmente pelo governo, no caso brasileiro e dos países

em desenvolvimento, em função da forte presença governamental no setor, seja pelo lado dos investimentos públicos, seja pela regulação.

2.2 O Sistema Setorial de Inovação (SSI)

Em relação ao sistema setorial⁷ de inovação, Malerba (2002) apresenta o conceito como o sistema que envolve os agentes envolvidos no processo de inovação de produtos específicos, novos ou já estabelecidos. Estes agentes, conforme o autor, são organizações de mercado (empresas, fornecedores, distribuidores) e organizações não mercadológicas (universidades, governo, organizações financeiras, sindicatos, organizações empresariais e comerciais, associações técnicas) ou indivíduos (consumidores, empreendedores). Estes agentes criam, difundem, trocam e interagem as informações e regras para inovar e são compostos em dois grupos específicos que são o lado da deman-



da e da oferta. As empresas inovadoras interagem com os dois grupos, ou seja, com os consumidores e com os agentes de mercado e fora do mercado para aprender e definir o processo de inovação.

Percebe-se que a ideia central em Malerba (2002), bem como de Hauknes (1999), é de identificar a relação sistêmica da inovação na atividade econômica industrial a partir da relação da empresa com a sua indústria. Contudo, o desenvolvimento da inovação ultrapassa os esforços da indústria e se estabelece sob a forma de rede de agentes envolvidos com o complexo tecnológico e institucional envolvido com o processo de produção e inovação de uma indústria.

A vantagem da análise do SSI reside

7 O conceito de setor adotado no SSI é maior que o conceito de indústria. A indústria envolve diversas empresas envolvidas no processo de produção de um bem ou serviço (verticalização produtiva). A ideia de setor envolve a indústria e os agentes institucionais e individuais que se estabelecem em torno de uma indústria. Economicamente, o SSI se prende a uma indústria, todavia, considera os elementos não mercadológicos que se agregam na atividade produtiva da indústria analisada.

no foco tecnológico, melhor entendido por meio da análise setorial da economia (indústrias específicas). A análise da conexão entre as indústrias aproxima o SSI da SNI. Todavia, simplificando-se estas inter-relações setoriais, as características particulares de cada setor podem ser analisadas, o que permite um entendimento mais profundo do processo de inovação e de trajetória do conhecimento tecnológico para cada setor, permitindo ajustes específicos no nível da indústria. Esta análise está apresentada em Cimoli e Giusta (1998), os autores concordam com Malerba (2002) ao analisarem o SSI em relação aos seus aspectos de mercado e fora de mercado.

A análise das características de mercado do SSI reside nas características econômicas do setor, como a estrutura e competição da indústria, principalmente, na estrutura tecnológica específica para cada indústria. O segundo grupo pode ser definido como o conjunto das características das instituições ligadas ao



setor considerado. Desta forma, a análise do SSI pode ser definida como uma análise da dicotomia entre as características próprias da indústria e do ambiente institucional no qual a mesma se insere, formando um setor que interage para desenvolver inovações particulares.

Percebe-se que o sistema setorial de inovação (SSI) incorpora elementos produtivos na sua análise que não estão necessariamente presentes no SNI como foco de decisão. Conforme apontado anteriormente, o SNI designa as principais indústrias e/ou tecnologias da economia em termos de potencial de crescimento econômico e inserção internacional da economia local em relação ao contexto internacional. Esta ideia não invalida a análise econômica dos demais sistemas de inovação na busca dos setores mais eficazes para a promoção da inovação, todavia, o SSI considera que a inovação difere em cada setor industrial e a economia apresenta setores avançados

e atrasados tecnologicamente. Este conceito aproxima o conceito de SSI com a taxonomia de Pavitt (1984) e Dosi *et alli* (1990), onde os setores econômicos são classificados segundo a sua intensidade tecnológica. Em outras palavras, a estrutura de cada setor e as instituições próprias relacionadas ao processo de inovação dão contornos particulares e diferenciados à inovação, diferenciando-a de setor para setor.

O SSI, assim como o SNI, envolve a análise das instituições e a formação do capital social, onde no primeiro, esta relação é específica para cada setor (indústria), no último, as políticas públicas nacionais e a inserção internacional do país (como o recebimento e o envio de investimento direto estrangeiro em determinados setores industriais)⁸ são os objetos de análise das instituições e do capital social no progresso tecnológico e no processo de inovação.

Contribuições gerais, pertencentes ao escopo das políticas públicas de P&D&I são ve-



rificadas na análise do SNI, como as políticas educacionais, as linhas de financiamento público para a inversão em inovação, entre outras. Já a contribuição da análise do SSI vai ao encontro de uma política industrial e de inovação alinhada ao tecido industrial do país.

2.3 O Sistema Regional de Inovação (SRI)

O alcance das políticas macroeconômicas do SNI podem não atingir especificidades locais de todas as regiões do país. Quando as diferenças e especificidades regionais são levadas em consideração, o sistema considerado é o sistema regional de inovação (SRI), apresentado por Cooke (2004, p. 3) como as “interações para a geração e exploração de conhecimento que ligam os sistemas global, nacional e outros regionais para a comercialização de novos conhecimentos”.

Um fator de promoção da análise setorial do desenvolvimento tecnológico e das ino-

vações reside na constatação de que algumas regiões apresentam taxas de crescimento mais elevadas, principalmente em relação às novas tecnologias. Experiências de políticas públicas para o desenvolvimento local da indústria, em termos de produção da inovação foram introduzidas em diferentes países. Arranjos institucionais, como distritos industriais, *milieus* e clusters foram apresentados como novas formas de organização produtiva e com potencial de inovação mais elevado. A proximidade entre as empresas e atores institucionais possibilita a adoção de novas tecnologias e o surgimento de serviços especializados, como por exemplo, o capital humano.

Todavia, Morgan (1997) mostra que os sistemas regionais de produção não apresentavam o desenvolvimento de inovações de maneira automática. Para o autor, a construção de instituições dentro do sistema local é que possibilita o desenvolvimento do processo de inovação na região, denominada de região que



aprende (*learning region*) em razão da sua situação particular de capital social.

A relação entre os sistemas de inovação macros como o SNI, os regionais, como o SRI e os sistemas sem fronteiras (SSI e ST) pode ser pensada sob duas perspectivas. A primeira é da agregação, onde o sistema nacional é composto da somatória dos sistemas setoriais no país ou na região, ou pelo conjunto de tecnologias observadas ou desejadas pelos atores em um espaço. Para Andersen e Lundvall (1997) o SNI é a análise das relações entre as diferentes indústrias de um país que representam diferentes papéis no sistema de inovação. O segundo foco é o da internacionalização. O SNI e o SRI identificariam os setores e tecnologias com maior potencial inovador, através da separação entre a inovação voltada para

8 Neste sentido, o IDE (investimento direto estrangeiro) é um elemento de políticas públicas dos sistemas de inovação, em razão de necessitar de autorização legal do governo (SNI), de afetar certas regiões (SRI) e estar localizado em certos setores (SSI) e apresentar melhores tecnologias – *best practices* (ST).

o crescimento internacional do país (SNI) e a inovação voltada para o desenvolvimento econômico industrial local⁹ (SRI). Onde a inovação torna-se o fio condutor da internacionalização da economia em função do progresso tecnológico no primeiro foco ou uma ferramenta de ampliação da capacidade produtiva e tecnológica local no segundo.

Independentemente do foco considerado, Cooke *et alli* (1997) mostram que o SNI e o SRI são complementares a partir do desenvolvimento da cultura sistêmica da inovação, visto que esta depende de interação e aprendizagem entre os agentes presentes na região (macro ou micro). Desta forma, sob o ponto de visto evolucionário, não existem dificuldades para se articular uma conexão entre os diferentes focos sistêmicos da inovação.

O papel das instituições pode ser verificado também no SRI. Cooke (2004) mostra que instituições, como laboratórios públicos, universidades, organizações de transferência



de tecnologia, incubadoras, investidores e outros intermediários são essenciais para o sucesso do SRI.

O ponto em comum entre todos os sistemas de inovação é o conhecimento externo, pertencente a diversos atores. A empresa deve interagir e aprender por meio dos diversos 'intermediários' presentes no sistema. Desse ponto de vista, a inovação é sistêmica em razão da sua complexidade de desenvolvimento em conjunto, em outras palavras, a inovação demanda um esforço de formação de uma rede de captação de conhecimento a partir das instituições e outras empresas presentes no setor, na região ou no país. O foco de análise pode ser diferente, todavia, o objeto considerado é a construção do processo de inovação por meio do desenvolvimento do conhecimento tecnológico.

2.4 Sistema Tecnológico (ST)

Em relação ao sistema tecnológico apresentado em Carlsson e Jacobson (1997, p. 268), este pode ser definido nas palavras dos autores como "a rede ou redes de interação entre agentes para uma tecnologia específica e sobre uma infraestrutura institucional particular para gerar, difundir e utilizar tecnologias". Estas redes podem ser globais ou locais e se transformam em blocos e clusters de empreendedores, firmas, indústrias ou grupos de indústrias para desenvolver a tecnologia necessária para inovar.

Neste sentido, o sistema tecnológico pode ser analisado dentro dos três sistemas de inovação (SNI, SSI e SRI). Ele é um aprofundamento das características da tecnologia envolvida na inovação dentro de um território, país ou setor. A verificação das características

9 Cooke et alli (1997) mostram que o SRI é usualmente empregado na análise do desenvolvimento de cidades.



de um tipo específico de tecnologia reside nas condições únicas da sua formação e evolução, bem como nas características de aprendizado do conhecimento tecnológico e na relação de capital social estabelecido (ou como as empresas e instituições interagem) ao longo da evolução da mesma. Autores dedicados à história da tecnologia, como Mowery e Rosenberg (2005), avaliam a evolução de tecnologias que impactaram de maneira significativa a produtividade da indústria e o desenvolvimento de países ou regiões, como a eletricidade, o automóvel, o refino de petróleo, entre outras.

Apesar da possibilidade de generalização da análise para qualquer tecnologia, a literatura se debruça sobre as tecnologias que formam grandes paradigmas tecnológicos. Atualmente, as principais tecnologias analisadas na OCDE são as tecnologias de comunicação e informação (TICs), biotecnologia, nanotecnologia, tecnologias relacionadas ao meio ambiente, energia nuclear e células a combus-

tível (OEDE, 2008). No Brasil, o Ministério da Ciência e Tecnologia apresenta vinte temas na sua agenda de ações estratégicas em ciência e tecnologia¹⁰ que envolvem novas tecnologias, setores e regiões, além de cinco programas de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovações¹¹.

A preocupação com a evolução da tecnologia reside no fato de que ela abre novas oportunidades de crescimento e muda a competitividade da economia estabelecida, tornando-se um elemento de ligação com o futuro para o território (países e regiões) e setores industriais.

Os quatro sistemas de inovação apresentam pontos em comum, principalmente no papel das instituições no desenvolvimento de inovações, o que conduz naturalmente ao papel do capital social no processo de inovação. Este ponto deve ser discutido com maior profundidade, pois Nelson e Sampat (2001) mostram que o termo instituição é usado de



maneira errônea na literatura econômica, pois o conceito é usualmente empregado com significados diferentes em diferentes contextos. O segundo ponto em comum é o foco da inovação na empresa que necessita desenvolver competências específicas para inovar e interagir com o ambiente, onde a principal competência identificada em qualquer um dos sistemas de inovação é o capital humano.

3. Fatos Estilizados

O objetivo desta seção é mostrar a inovação na indústria brasileira a partir da constatação de alguns indicadores e resultados de pesquisas básicas sobre o tema no Brasil e no exterior. Para tanto, analisam-se os dados relacionados ao padrão tecnológico brasileiro, aos setores industriais, a distribuição regional da inovação e as competências individuais das empresas industriais brasileiras.

3.1 Existe um padrão tecnológico brasileiro?

Várias pesquisas internacionais, como da OCDE (OEDE, 2008), comparam vários indicadores de ciência e tecnologia (C&T), pesquisa e desenvolvimento (P&D) e inovação. O foco destas pesquisas são os países desenvolvidos e acrescentando-se alguns países em desenvolvimento, como o Brasil, os resultados mostram atraso na capacidade de desenvolvimento tecnológico deste último grupo.

A tabela 1 mostra o percentual de gastos em P&D em alguns países selecionados entre os anos de 2005 até 2008¹² e os dispêndios em P&D em milhares de dólares.

10 Informações do site do Ministério da Ciência e Tecnologia (www.mct.gov.br). Os temas para desenvolvimento em áreas estratégicas são: agronegócio, Amazônia, Antártica, aquicultura e pesca, biocombustíveis, biodiversidade e recursos naturais, biotecnologia, recursos do mar, petróleo, carvão e gás mineral, bens sensíveis, energia elétrica, hidrogênio e energias renováveis, espacial, desenvolvimento social, previsão do tempo e clima, mudanças climáticas, programa nuclear, recursos minerais, Semi-Árido, TIC.

11 Cooperação internacional, inclusão social, institutos nacionais (são 123 no total), Pró-Inova e SIBRATEC.

12 As estatísticas de dados de tecnologia não são contínuas no tempo e as datas entre os países são descasadas.



TABELA 1: PERCENTUAL DE GASTOS EM P&D EM RELAÇÃO AO PIB DE PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO DE 2005 A 2008

País	Ano	Dispêndios em P&D (mil US\$)	Dispêndios em P&D
			em relação ao produto interno bruto (PIB)
México	2005	5.919,00	0,46
Argentina	2007	2.656,20	0,51
Rússia	2007	23.482,00	1,12
Brasil	2008	22.852,60	1,13
Itália	2006	19.678,10	1,13
Portugal	2007	2.849,70	1,18
Espanha	2007	18.000,30	1,27
China	2007	102.331,00	1,49
Reino Unido	2007	38.892,80	1,79
Canadá	2008	23.781,00	1,82
Austrália	2006	14.914,40	2,01
França	2007	43.232,60	2,08
Alemanha	2007	71.860,80	2,54
Cingapura	2007	5.945,50	2,61
Estados Unidos	2007	368.799,00	2,68
Japão	2007	147.800,80	3,44
Coréia do Sul	2007	41.741,60	3,47

FONTE: MCT (2011).



Percebe-se que o Brasil apresentou no período, 1,13% do seu PIB investido em atividades de P&D¹³. Este valor é baixo se comparado com os países desenvolvidos tecnologicamente, mas está acima dos demais países latinos (México e Argentina) e está no mesmo patamar dos países desenvolvidos mediterrâneos, como Itália, Portugal e Espanha.

O gasto em P&D como proporção do PIB fica acima de 2% nos países desenvolvidos e acima dos 3% para os países que estão na fronteira tecnológica mundial. Mesmo absorvendo os números nacionais que apontam o esforço de P&D como proporção do PIB no Brasil como de 1,64% no ano de 2011 (<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9058.html>), o gasto brasileiro ainda está abaixo do padrão dos países desenvolvidos e esta valor ainda incorpora valores discutíveis. O ponto positivo é o crescimento do gasto brasileiro, mas ainda o esforço inovador está abaixo do padrão mundial e, conforme as próximas discussões, sem

um direcionamento.

A necessidade de aumento do esforço inovador brasileiro é evidente e a elevação dos gastos em P&D é uma estratégia. Todavia, os atores que são responsáveis pela geração destes gastos diferem do Brasil para os países desenvolvidos, como mostra a tabela 2 a seguir.

Os dados da tabela 2 mostram que o principal responsável pelo gasto de P&D no Brasil é o ensino superior. Este valor está bem acima do padrão dos países desenvolvidos que apresentam os gastos em P&D concentrados no setor privado. Como estes gastos brasileiros de P&D das universidades são essencialmente governamentais, pois são destinados para às universidades públicas (federais e estaduais), verifica-se que o governo é o principal agente de fomento da P&D no país.

¹³ Este valor pode ser diferente de outras estatísticas nacionais do próprio MCT que apontam valores de 1,27% no ano de 2005 e 1,45% no ano de 2008 (<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9058.html>). A diferença reflete a taxa de câmbio utilizada e diferenças metodológicas, como o uso do salário dos professores de programas de pós-graduação nos gastos de P&D das universidades públicas e privadas como gasto de P&D nas estatísticas brasileiras.



TABELA 2: DISTRIBUIÇÃO DOS GASTOS EM P&D EM PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO ENTRE OS ANOS DE 2004 E 2007 (EM PERCENTUAL)

Países	Anos	Governo	Empresas	Ensino superior	Privado sem fins lucrativos
Alemanha	2007	13,9	69,8	16,3	...
Argentina	2007	38,9	30,4	28,8	1,9
Austrália	2006	14,1	57,3	25,7	2,9
Brasil	2004	21,3	38,4	40,2	0,1
Canadá	2008	9,6	56,1	33,8	0,5
China	2007	19,2	72,3	8,5	...
Coréia	2007	11,7	76,2	10,7	1,5
Espanha	2007	17,6	55,9	26,4	0,2
Estados Unidos	2007	10,7	71,9	13,3	4,2
França	2006	16,5	63,2	19,2	1,2
Japão	2007	7,8	77,9	12,6	1,8
México	2005	22,1	49,5	27,4	1,0
Portugal	2007	9,1	51,5	29,9	9,5
Rússia	2007	29,1	64,2	6,3	0,3

FONTE: MCT (2011).



O aumento do financiamento para a inovação, P&D e C&T no Brasil demanda o aumento da participação do setor privado no total despendido. Para tanto, novas instituições e capital social devem ser criados para atender este novo foco de desenvolvimento tecnológico. A simples reorientação de recursos do setor público para o setor privado não atenderia a este propósito, na medida em que objetivo não é reduzir a participação do setor público, mas sim aumentar a participação do setor privado. A tabela 3 a seguir afirma esta ideia, na medida em que mostra que o número de pesquisadores¹⁴ por mil habitantes no Brasil é baixo em relação aos países desenvolvidos, o que mostra a falta de capital humano para o desenvolvimento tecnológico brasileiro, em razão da falta de oportunidades no setor privado.

14 Mão de obra dedicada à inovação e P&D na empresa.



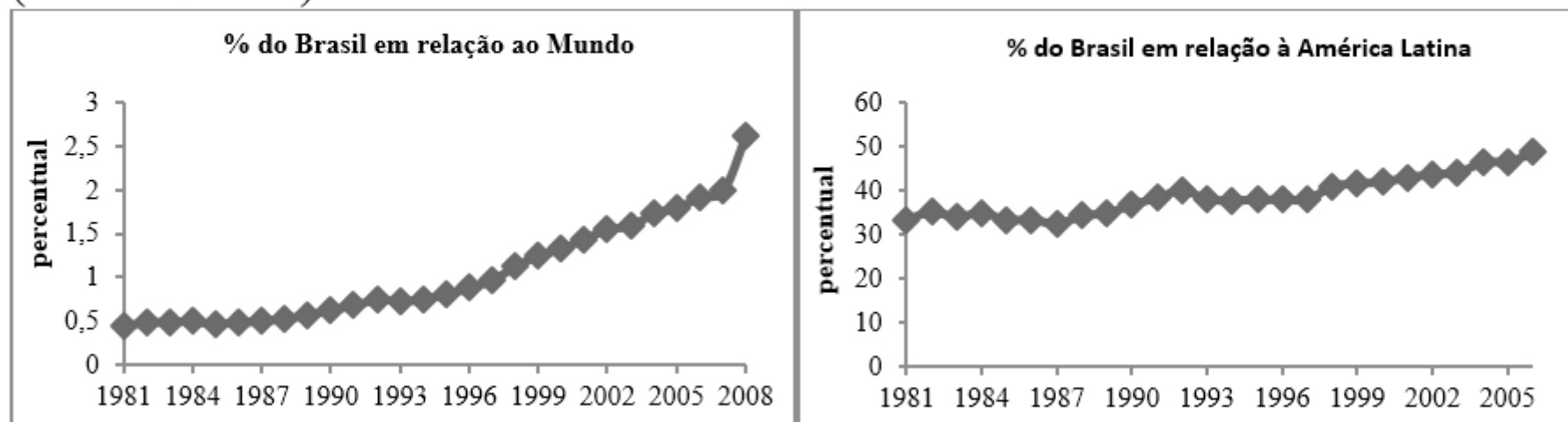
TABELA 3: NÚMERO DE PESQUISADORES DE P&D MIL HABITANTES EM PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO DE 2005, 2008 E 2010

PAÍS	2005	2008	2010
África do Sul	1,4	1,4	-
Alemanha	7,0	7,5	8,1
Argentina	2,0	2,5	2,8
Brasil	1,3	1,3	-
Canadá	8,3	9,1	8,6
China	1,5	2,1	1,6
Cingapura	10,3	9,4	10,3
Coréia do Sul	7,9	10,0	11,1
Espanha	5,7	6,3	7,1
Estados Unidos	9,6	-	-
França	7,7	8,4	9,0
Itália	3,4	3,8	4,2
Japão	10,4	10,0	10,2
México	1,1	0,9	1,0
Portugal	4,1	7,9	9,4
Reino Unido	7,9	7,9	8,2
Rússia	6,8	6,4	6,3

FONTE: MCT (2011).



GRÁFICO 1: PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA NO NÚMERO DE PUBLICAÇÕES INTERNACIONAIS E LATINOAMERICANAS ENTRE OS ANOS DE 1981 E 2006 (PERCENTUAL)



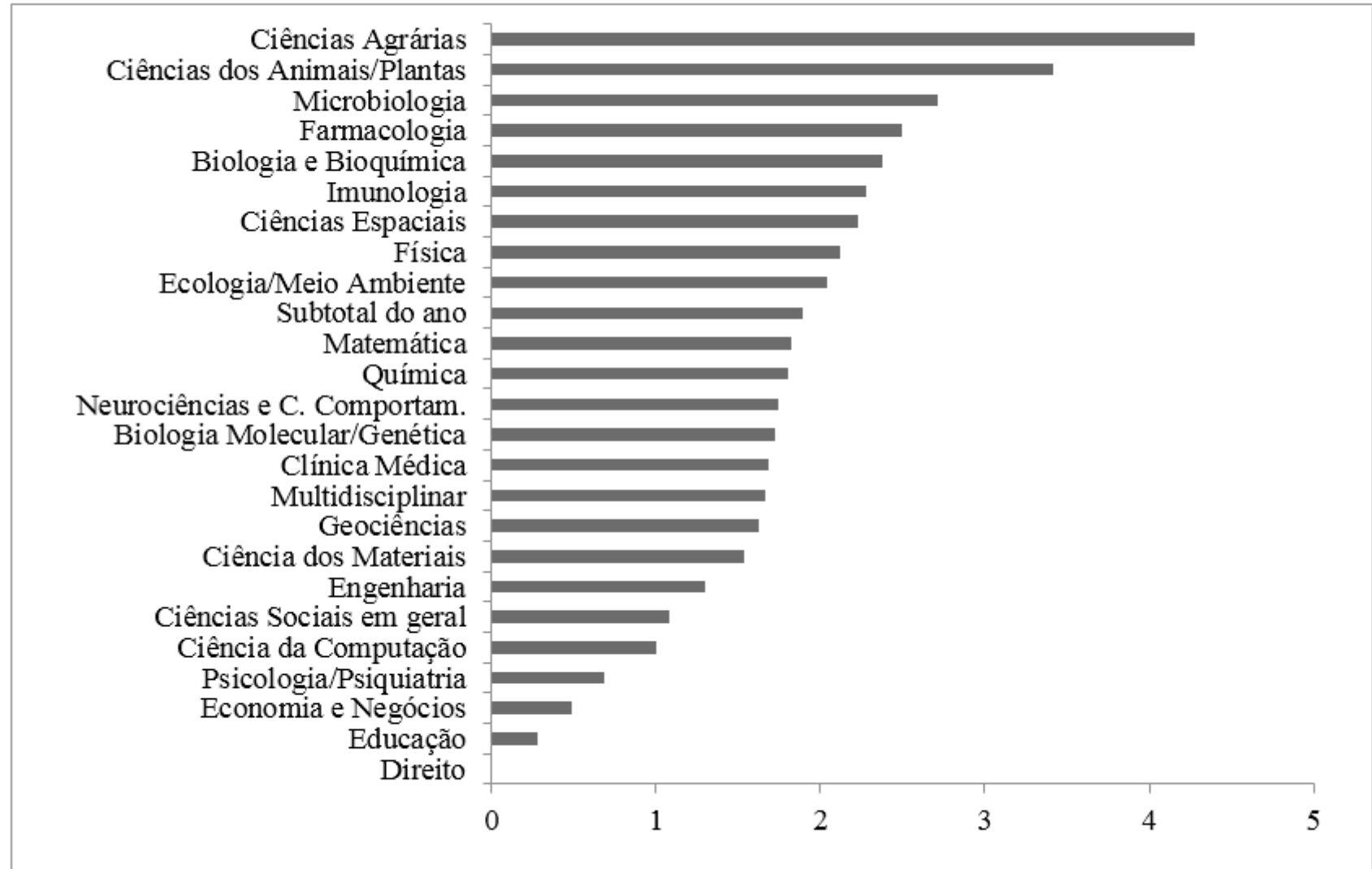
FONTE: OCDE (2009) *apud* MCT (2009).

Considerando-se a publicação de artigos científicos por área do conhecimento, percebe-se que o Brasil, conforme os dados do gráfico 2, apresenta maiores participações no estoque internacional de conhecimento nas áreas de biologia, saúde e agricultura e pouca participação nas áreas de educação, negócios e eco-

nomia. Em relação à aplicabilidade deste conhecimento, ele está voltado ao agronegócio, todavia, concentrado nas atividades agrícolas (sementes, fertilizantes) e menos na indústria (produção e consumo de alimentos, bebidas, etc).



GRÁFICO 2: DISTRIBUIÇÃO POR ÁREAS DE CONHECIMENTO DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM PERIÓDICOS INTERNACIONAIS INDEXADOS NO ANO DE 2006



FONTE: OCDE (2009) *apud* MCT (2009).



Os dados apurados mostram que a economia brasileira apresenta grande dependência do setor público para gerar conhecimento tecnológico. Os incentivos econômicos à inovação devem ser discutidos no Brasil, o que significa que o papel das instituições (universidades e governo) e do capital social (sem a participação das empresas na formação de conhecimento tecnológico) devem ser debatidos e um novo SNI brasileiro deve ser pensado em razão da distância do país em relação à fronteira tecnológica mundial e a orientação dos incentivos ao progresso tecnológico mais concentrados na formação de ciência básica e a falta de pesquisa aplicada que atrai mais o setor privado¹⁵.

Claramente o Brasil apresenta fragilidades no seu SNI, com falta de recursos financeiros e humanos. Por outro lado, a pesquisa básica é orientada para as áreas biológicas e agrárias. Desta forma, os recursos além de serem limitados, são concentrados.

A questão levantada agora é se a indústria aproveita a geração de conhecimento tecnológico do setor público. A distribuição setorial da capacidade de inovação da indústria brasileira será analisada na próxima subseção.

3.2 Existem diferenças setoriais no processo de inovação?

Os setores industriais privados brasileiros participam menos da geração de conhecimento tecnológico em relação aos setores públicos. Todavia, entre os setores industriais privados são perceptíveis diferenças na geração de inovação, ou seja, as empresas diferem na capacidade de inovação em função do seu setor econômico.

¹⁵ A diferença entre os modelos de incentivo ao progresso tecnológico é evidente em relação ao capital social e as instituições envolvidas em cada tipo de atividade. Na pesquisa básica, a universidade é mais autônoma, já na pesquisa aplicada o capital social com o setor privado e instituições de aproximação com o setor industrial são necessários. Neste sentido, ver a discussão de Antonelli (2008) que denomina os regimes de incentivo ao progresso tecnológico nas universidades de *open science* e administração acadêmica do conhecimento a orientação para a pesquisa básica e aplicada respectivamente.



A análise setorial da capacidade de inovação da indústria brasileira pode ser verificada na tabela 4 a seguir.

206

TABELA 4: DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM RELAÇÃO À INOVAÇÃO NO ANO 2008

SETOR	PRODUTO		PROCESSO		NÃO INOVOU
	Geral	Novo para o mercado	Geral	Novo para o mercado	
Total	23,74%	4,42%	32,05%	2,37%	2,57%
Indústrias extrativas	10,32%	0,93%	22,69%	3,09%	2,98%
Indústrias de transformação	23,11%	4,17%	32,30%	2,31%	2,59%
Fabricação de produtos alimentícios	25,16%	4,14%	31,42%	2,85%	3,42%
Fabricação de bebidas	22,11%	3,25%	27,36%	1,12%	3,38%
Fabricação de produtos do fumo	19,64%	7,35%	17,73%	4,84%	6,36%
Fabricação de produtos têxteis	22,36%	4,83%	30,01%	2,19%	1,69%
Confeção de artigos do vestuário e acessórios	19,42%	1,68%	33,40%	1,73%	2,63%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	24,41%	0,90%	32,52%	0,61%	1,38%
Fabricação de produtos de madeira	13,05%	0,67%	19,75%	2,96%	1,56%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	25,49%	2,68%	34,02%	1,91%	1,53%
Fabricação de celulose e outras pastas	6,24%	3,12%	29,43%	9,36%	-
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	25,78%	2,68%	34,09%	1,80%	1,55%
Impressão e reprodução de gravações	19,79%	1,98%	45,49%	1,41%	1,34%
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	22,47%	1,99%	43,01%	6,63%	2,99%
Fabricação de coque e biocombustíveis (álcool e outros)	18,26%	0,49%	45,99%	6,96%	2,16%
Refino de petróleo	32,90%	5,72%	35,62%	5,82%	5,04%
Fabricação de produtos químicos	45,21%	10,92%	42,69%	3,56%	3,70%
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	47,62%	16,72%	43,75%	3,81%	3,39%
Fabricação de artigos de borracha e plástico	25,86%	5,09%	29,12%	3,06%	3,92%

CONTINUA...



CONTINUA...

207

Fabricação de produtos de minerais não metálicos	14,27%	1,30%	28,59%	0,60%	2,70%
Metalurgia	20,54%	4,11%	32,65%	2,87%	5,45%
Produtos siderúrgicos	30,25%	5,91%	27,14%	3,92%	12,14%
Metalurgia de metais não ferrosos e fundição	16,53%	3,36%	34,92%	2,44%	2,69%
Fabricação de produtos de metal	19,42%	3,07%	34,78%	3,49%	1,84%
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	43,86%	14,64%	37,86%	3,52%	3,25%
Fabricação de componentes eletrônicos	34,86%	16,36%	36,47%	2,13%	5,72%
Fabricação de equipamentos de informática e periféricos	34,26%	11,50%	45,02%	7,31%	2,70%
Fabricação de equipamentos de comunicação	50,08%	16,80%	31,39%	4,58%	0,84%
Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos	50,19%	13,50%	39,63%	2,34%	3,17%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	34,87%	10,96%	35,77%	2,24%	6,67%
Fabricação de máquinas e equipamentos	32,08%	10,09%	38,34%	1,48%	1,99%
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	30,37%	11,78%	37,51%	2,90%	2,22%
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários, caminhões e ônibus	83,25%	42,01%	60,46%	16,75%	-
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondição de motores	23,71%	13,80%	34,81%	0,46%	3,83%
Fabricação de peças e acessórios para veículos	33,88%	9,62%	38,90%	4,32%	1,12%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	15,03%	6,46%	32,97%	3,14%	1,46%
Fabricação de móveis	22,23%	2,90%	28,49%	0,51%	2,10%
Fabricação de produtos diversos	24,14%	6,75%	30,58%	7,53%	1,89%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	15,62%	3,44%	22,11%	1,67%	2,27%
Serviços	37,73%	9,55%	31,27%	3,15%	2,07%
Edição e gravação e edição de música	21,49%	5,97%	33,98%	2,64%	2,43%
Telecomunicações	44,89%	9,82%	37,11%	8,71%	0,66%
Atividades dos serviços de tecnologia da informação	46,45%	13,61%	27,56%	2,16%	2,22%
Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador	52,33%	14,56%	31,38%	2,54%	2,14%
Outros serviços de tecnologia da informação	37,37%	12,13%	21,65%	1,58%	2,35%
Tratamento de dados, hospedagem na Internet e outras atividades relacionadas	34,43%	4,85%	30,76%	1,29%	2,13%
Pesquisa e desenvolvimento	85,00%	72,50%	82,50%	60,00%	2,50%

FONTE: PINTEC 2008 (IBGE 2011).



A tabela 4 mostra que existem setores com maior participação de empresas inovadoras em relação aos demais tipos de empresas, como a indústria química, mecânica, eletrônica, material de transporte e material elétrico. Os dados também mostram que as empresas brasileiras inovam mais em processo do que em produto e o percentual de empresas que inovam para o mercado (novidade para o mercado) é baixo, em torno de 4% para produto e de 2% para inovação em processo, as demais empresas adquirem externamente inovações, portanto, a novidade é apenas para a empresa e não mais para o mercado.

Analisando-se estes setores, percebe-se uma aproximação com a taxionomia de Pavitt (1984), mas não de forma concisa, pois muitos setores baseados em ciência não aparecem nos resultados brasileiros. Em relação ao SSI, claramente percebe-se que alguns setores são mais sensíveis à inovação. Todavia a simples separação dos setores mais inovado-

res da indústria brasileira deixa de lado setores tecnologicamente importantes e não permite a explicação da causalidade das diferentes taxas de inovação entre os setores e a determinação dos efeitos de transbordamento entre os setores industriais, segundo a hipótese de *apropriabilidade* da inovação, conforme mostram Dosi-Orsenigo-Silverberg (1988), além de não considerar os aspectos sistêmicos da inovação, como o papel das instituições. O limite da análise apresentada reside no fato de que a identificação da taxa de inovação não considera o impacto econômico da inovação e seus impactos sobre os demais setores e atividades econômicas, bem como o impacto sobre a demanda.

A maior participação de empresas inovadoras em processo e menos em produto reflete a falta de pesquisa aplicada no Brasil. A mudança de processo produtivo é conduzida por meio da importação de máquinas e equipamentos, que incorporam tecnologia. Neste



sentido, a inovação em processo é mais fácil de ser implementada em relação à inovação em produto, pois se trata da compra de conhecimento incorporado nos bens de capital e dispensa a formação de capital social com instituições formadoras de conhecimento tecnológico¹⁶. O aumento do volume de empresas inovadoras em produto demanda o desenvolvimento de instituições e de capital social que oriente a pesquisa das universidades brasileiras para a 'solução de problemas' do setor industrial.

Deste ponto de vista, o problema da falta de empresas inovadoras em produto e da baixa participação de empresas inovadoras com produtos novos para o mercado é originada não pela falta de recursos, mas sim, pela política de distribuição dos mesmos que incentiva apenas o papel da universidade como geradora de conhecimento na sociedade brasileira, mas não a transferência e difusão do conhecimento gerado para o setor produtivo do país.

Dosi-Orsenigo-Silberberg (1988) mostram que o processo de difusão do conhecimento tecnológico é tão complexo e depende de instituições próprias como o processo de inovação em si.

A distribuição dos dados apresentados anteriormente é relativa, pois considera a taxa percentual de inovação do setor. Como o tamanho dos setores é diferente em relação ao número de empresas, as diferenças observadas podem ser explicadas pelo número de empresas no setor, o que determina incentivos econômicos relacionados ao número de empresas que adotam uma determinada tecnologia e a definição da estrutura institucional dedicada à

16 Universidades, centros de pesquisa, ensaio e teste, empresa de consultoria e serviços de projetos, entre outras.

17 As indústrias de alta intensidade tecnológica são: aeronáutica e aeroespacial, farmacêutica, material de escritório e informática, equipamentos de rádio, TV e comunicação, instrumentos médicos de ótica e precisão. As indústrias de média-alta intensidade tecnológica são: máquinas e equipamentos elétricos, veículos automotores, reboques e semi-reboques, produtos químicos, equipamentos para ferrovia e material de transporte, máquinas e equipamentos mecânicos. As indústrias de média-baixa intensidade tecnológica são: construção e reparação naval, borracha e produtos plásticos, produtos de petróleo refinado e outros combustíveis, outros produtos minerais não-metálicos, produtos metálicos. As indústrias de baixa intensidade tecnológica são: produtos manufaturados, madeira e seus produtos, papel e celulose, alimentos, bebidas e tabaco,



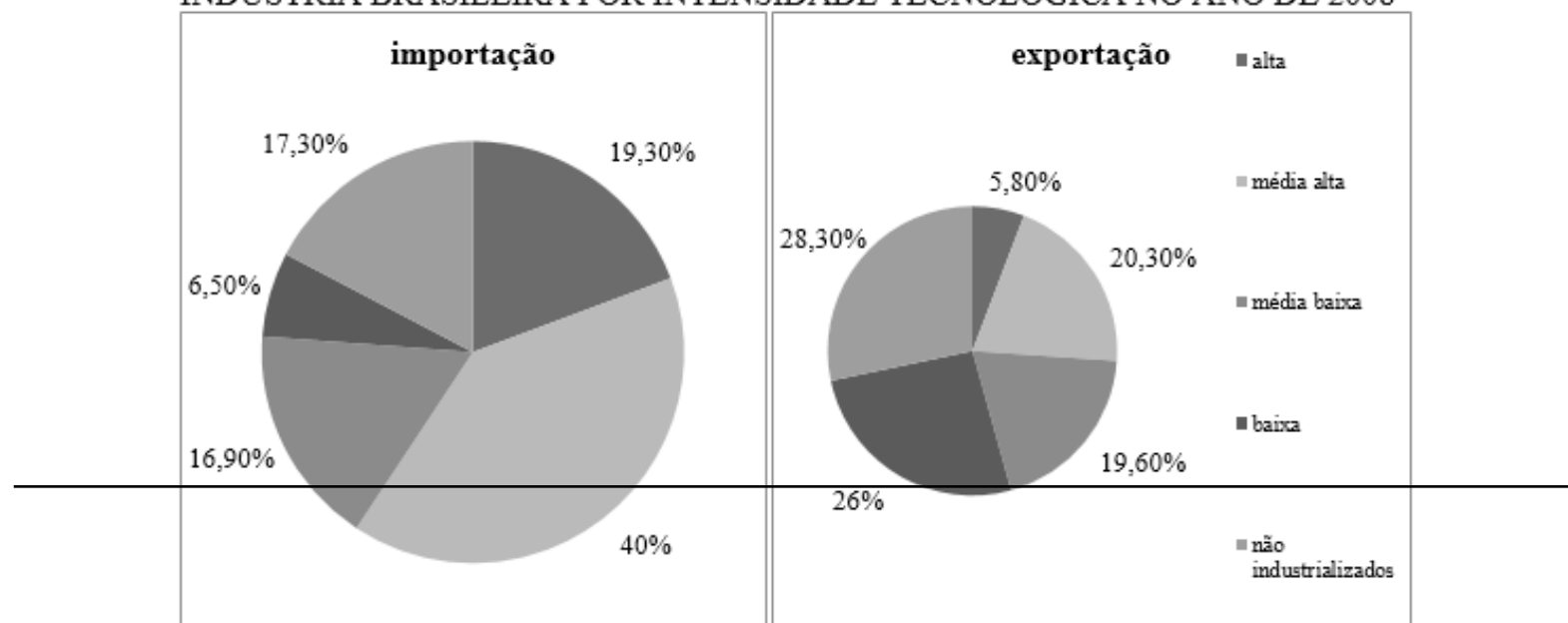
inovação.

Comparando-se a distribuição dos dados com o modelo de Pavitt (1984), percebe-se que os setores de uma economia apresentam diferenças em relação à capacidade de inovação. Em outras palavras, alguns setores são mais propensos a inovar em relação a outros, gerando efeitos de transbordamento entre se-

tores (dos mais inovadores para os menos inovadores).

A dependência tecnológica externa dos setores industriais brasileiros pode ser visualizada por meio da intensidade tecnológica¹⁷ das exportações e importações brasileiras da indústria nacional. O gráfico 3 apresenta os resultados apurados para o ano de 2007.

GRÁFICO 3: DISTRIBUIÇÃO DAS EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DA INDÚSTRIA BRASILEIRA POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA NO ANO DE 2008



FONTE: O autor com dados da SECEX.



Os dados do gráfico 3 mostram que as indústrias de alta e média-alta intensidade tecnológica são responsáveis por quase 60% das importações e 26% das exportações da indústria brasileira no ano de 2008. Já as indústrias de baixa e média-baixa intensidade tecnológica são responsáveis por 23% das importações e 46% das exportações da indústria brasileira. Percebe-se que as indústrias de baixa e média-baixa intensidade tecnológica dominam as exportações e as indústrias de alta e média-alta intensidade tecnológica são responsáveis pela maior parcela das importações da indústria nacional.

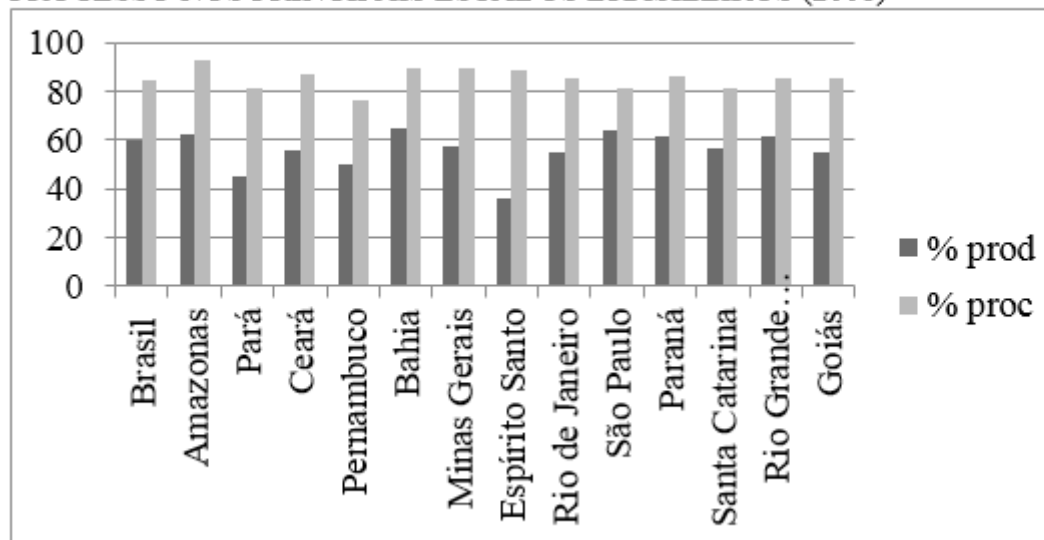
3.3 A distribuição regional da inovação no Brasil é uniforme?

A análise da inovação da indústria brasileira mostrou diferenças entre os setores na proporção de indústrias inovadoras, além da maior participação de empresas inovadoras

em processo. Os dados da PINTEC de 2008 ainda podem mostrar a participação de empresas inovadoras em produto e processo por setor nas grandes regiões e nos principais estados brasileiros. Os resultados são apresentados no gráfico 4 a seguir.



GRÁFICO 4: PERCENTUAL DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E PROCESSO NOS PRINCIPAIS ESTADOS BRASILEIROS (2008)



FONTE: O autor através dos dados da PINTEC 2008 (IBGE 2011).

A participação de empresas inovadoras em processo é maior que a participação de empresas inovadoras em produto nas regiões e nos principais estados brasileiros no ano de 2008, ou seja, a mesma propriedade dos setores está presente regionalmente: a inovação gerada pela introdução de bens de capital (geralmente importados) na produção é maior

em relação ao desenvolvimento de novos produtos.

Outra característica apontada pelos dados do gráfico 4 é a distribuição desigual da proporção de indústrias inovadoras entre os estados e regiões. Os estados brasileiros apresentam em média 80% das empresas inovadoras com inovação em processo, já o percen-



tual de empresas inovadoras em produto não é igual entre os estados, com vantagem para os estados do Amazonas, Bahia, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul em relação aos demais estados.

Analisando-se os estados, percebe-se que o estado com a maior participação de empresas inovadoras é o Amazonas, favorecido pela Zona Franca, o que mostra que a participação de empresas inovadoras é sensível à importação de tecnologia de processo (bens de capital) e insumos. A maior parcela de empresas inovadoras no estado do Amazonas, em comparação com estados industriais tradicionais, como Rio de Janeiro e Santa Catarina, mostra que a inovação possui grandes diferenças regionais e setoriais a serem explicadas e neste sentido o entendimento dos sistemas de inovação e seus incentivos é essencial, bem como o papel das instituições envolvidas (ou a falta das mesmas) neste processo. Estas diferenças regionais são mantidas quando são

analisadas as inovações radicais da indústria brasileira (novidade em relação ao mundo), mas quando as inovações já estabelecidas no país (inovação já estabelecida no mercado nacional e mundial) são consideradas, as diferenças regionais são reduzidas. Os dados da tabela 5 apresentam estas evidências.



TABELA 5: GRAU DE NOVIDADE DA INOVAÇÃO POR ESTADOS BRASILEIROS NO ANO DE 2008 - PERCENTUAL

ESTADO	Inovação em produto		Inovação em processo	
	Já presente no Brasil	Novo em termos mundiais	Já presente no Brasil	Novo em termos mundiais
Brasil	50,82	0,698	79	0,199
Amazonas	55,69	1,385	89	0,238
Pará	44,15	0	79	0
Ceará	53,71	0,483	86	0,238
Pernambuco	48,26	0,416	74	0
Bahia	47,83	0,092	80	0,098
Minas Gerais	47,39	0,077	85	0,12
Espírito Santo	35,36	0,105	87	0,105
Rio de Janeiro	48,4	0,867	79	0,409
São Paulo	50,21	0,753	67	0,34
Paraná	53,45	2,005	80	0,112
Santa Catarina	50,82	1,529	73	0,24
Rio Grande do Sul	52,37	0,204	80	0,074
Goiás	53,46	0	82	0

FONTE: PINTEC 2008 (IBGE 2011).

Os dados da tabela 5 mostram que poucas empresas brasileiras desenvolvem inovações novas para o mercado mundial, menos de 1% destas empresas podem realmente ser consideradas inovadoras em termos mundiais. A maioria das empresas, mais de 50% para produto e entre 70 e 80% para processo, estabelece inovação já presentes no mercado brasileiro e mundial.

3.4 Quais as competências internas das empresas inovadoras no Brasil?

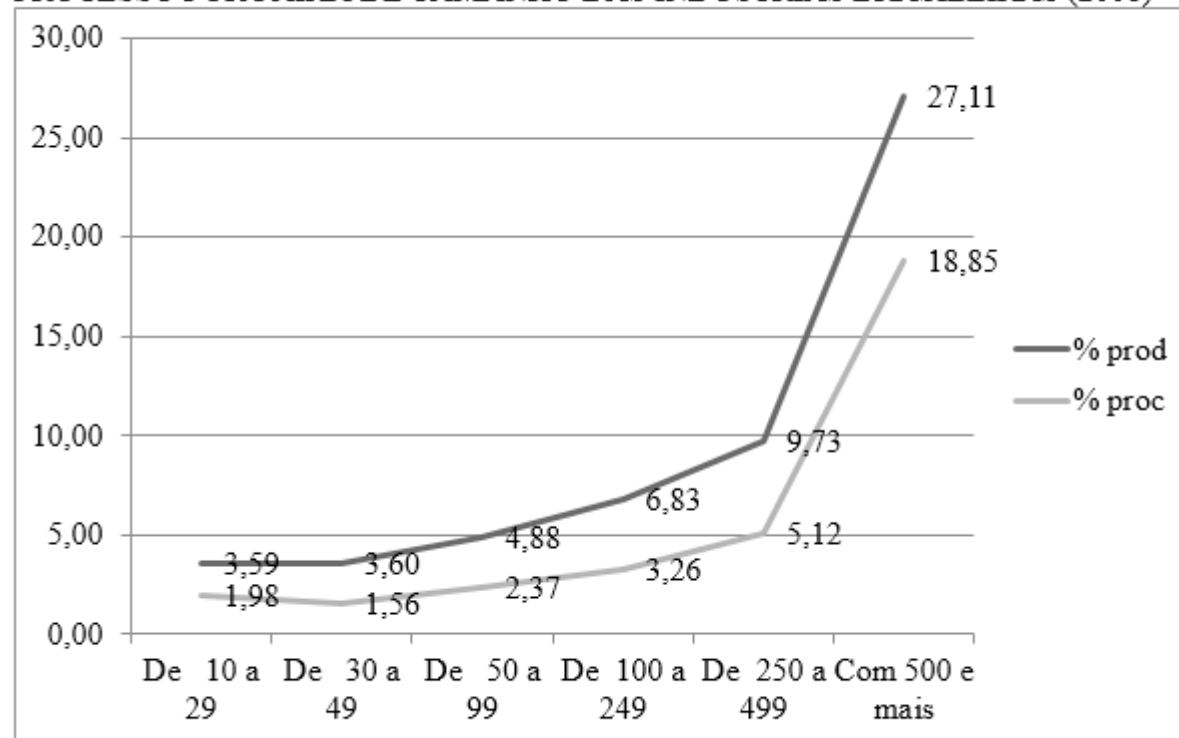
Os fatos estilizados do Brasil mostram que as empresas que não inovam são de porte menor, como mostram Prochnick e Araújo (2005). Desta forma, o tamanho da empresa é um fator de explicação da capacidade de inovação na indústria. O gráfico 5 apresenta a distribuição da inovação em produto e processo das



empresas industriais brasileiras por faixa de tamanho para o ano de 2008.

215

GRAFICO 5: PERCENTUAL DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E PROCESSO POR FAIXA DE TAMANHO DAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS (2008)



FONTE: PINTEC 2008 (IBGE 2011).



Uma característica da inovação apontada na obra de Schumpeter é o melhor desempenho das empresas de grande porte. Setorialmente, existem diferenças de porte entre as empresas que explicam a diferença na capacidade de inovação. Como os setores apresentam empresas com tamanhos diferentes, verificado através do *market share*, a capacidade de inovação diverge por setor econômico. Gonçalves *et alli* (2005) encontram uma relação positiva entre a inovação e os portes 'médio' e 'grande' das empresas explicando a inovação de produto e de processo. Outro resultado encontrado foi a maior sensibilidade da inovação de processo em relação à inovação em produto¹⁸.

Kupfer e Rocha (2005) encontram uma correlação positiva entre o tamanho da empresa e a probabilidade desta ser inovadora. Os autores também mostram que esta função assume a forma de 'U' invertido¹⁹ e utilizam o índice Herfindahl-Hirschman (HHI) para verifi-

car a concentração de mercado.

Outro ponto importante para o desempenho das empresas inovadoras é o comércio internacional. Negri (2005) mostra que a inovação está relacionada com a importação e a exportação. A relação da inovação com a importação está presente na aquisição externa da tecnologia, em função das indústrias brasileiras inovarem mais em processo, através da aquisição de bens de capital, geralmente importados. A relação da inovação com a exportação se expressa através dos ganhos de produtividade.

Araújo (2006) mostra que a presença da inovação antecede a exportação. Desta forma, a empresa investe em inovação através da melhoria da qualidade do emprego, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, aquisição de novas máquinas e equipamentos para aumen-

18 O estudo verificou esta relação através de uma variável *dummy* para alguns setores industriais.

19 Na literatura econômica esta relação foi estabelecida por Aghion *et alli* (2005).



tar sua produtividade, o que leva ao aumento *ex post* das exportações industriais.

A inovação na indústria brasileira está relacionada com empresas de maior porte que possuem com maior probabilidade de exportação. Estas empresas são igualmente importadoras (principalmente de máquinas e equipamentos). Estas características são claramente percebidas nas indústrias brasileiras que inovam. Todavia, a relação entre inovação e concentração de mercado não está claramente estabelecida (DE NEGRI e CAVALCANTI, 2010).

O estudo de Negri e Salerno (2005) identifica várias características das empresas industriais brasileiras. De forma geral, em todos os setores há três tipos de empresas: as inovadoras, as empresas especializadas em produtos padronizados e as empresas não inovadoras. Claramente as empresas inovadoras apresentam vantagens competitivas em relação aos demais tipos de empresas, onde estas vantagens se reduzem em direção às empre-

sas não inovadoras.

Os resultados apontam para uma vantagem das empresas inovadoras em relação à produtividade, como o faturamento maior, e características relativas à mão de obra empregada, como escolaridade e rendimentos maiores em relação às demais empresas. Em relação à mão de obra, os indicadores de rendimentos e escolaridade maiores vão ao encontro do conceito de capital humano de Mincer (1974) e Becker (1962), onde na visão dos autores, os investimentos em capital humano conduzem a rendimentos maiores de produtividade e de salários.

Apesar da análise do impacto da inovação sobre as empresas industriais, a formação de uma média nacional subestima as diferenças setoriais e regionais da indústria. Porém, em relação aos setores industriais, Negri e Salerno (2005) apontam para a característica de que todos os setores apresentam empresas inovadoras, todavia, não ressaltam se



as características inovadoras diferem entre os setores, ou se a taxonomia de Pavitt (1984) prevalece na estrutura industrial brasileira em relação ao processo de inovação.

Os dados da tabela 6 mostram que as empresas inovadoras são orientadas para a aquisição de máquinas e equipamentos como principal atividade inovadora. Já atividades como treinamento e aquisição de software apresentam um número maior de empresas, mas com o valor gasto muito pequeno em relação ao valor total de receita líquida destas empresas.



TABELA 6: CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM RELAÇÃO À CAPACIDADE DA INOVAÇÃO NO ANO 2008

Característica	Valor	Percentual
Número total de empresas	106.862	100%
Receita líquida de vendas (1.000 R\$)	1.896.136.040	100%
Número de empresas inovadoras	33.034	30,91%
Valor gasto em atividades de inovação (1.000 R\$)	54.103.620	2,85%
Número de empresas com atividades internas de P&D	4.754	4,45%
Valor gasto com atividades internas de P&D (1.000 R\$)	15.229.008	0,80%
Número de empresas com aquisição externa de P&D	1.536	1,44%
Valor gasto com a aquisição de atividades externas de P&D (1.000 R\$)	2.369.741	0,125%
Número de empresas com aquisição de conhecimento externo	4.288	4,01%
Valor gasto com a aquisição de conhecimento externo (1.000 R\$)	1.670.270	0,088%
Número de empresas com aquisição de software	9.634	9,01%
Valor gasto com aquisição de software (1.000 R\$)	2.311.759	0,12%
Número de empresas com aquisição de máquinas e equipamentos	26.014	24,34%
Valor gasto com a aquisição de máquinas e equipamentos (1.000 R\$)	24.292.611	1,28%
Número de empresas com treinamento	13.123	12,28%
Valor gasto em treinamento (1.000 R\$)	1.077.585	0,056%
Número de empresas com introdução de inovações tecnológicas	10.823	10,13%
Gasto com introdução de inovações tecnológicas (1.000 R\$)	3.014.033	0,165
Número de empresas com projetos industriais e preparações técnicas	10.879	10,185
Gasto com projetos industriais e preparações técnicas (1.000 R\$)	4.138.612	0,22%

O valor percentual é determinado em relação ao número total de empresas e da Receita Líquida de Vendas.

FONTE: PINTEC 2008 (IBGE 2011).



O estudo de Negri (2006) mostra a capacidade de absorção tecnológica das empresas industriais brasileiras. A conclusão é de que as empresas com maior capacidade de absorção possuem maior produtividade, maior número de trabalhadores dedicados a P&D, maior relação entre trabalhadores qualificados e o total de trabalhadores, maior escolaridade dos trabalhadores, P&D contínuo, entre outras variáveis consideradas. A capacidade de absorção relaciona o perfil da mão de obra e o esforço tecnológico da empresa. De maneira geral, o melhor capital humano e o esforço contínuo de desenvolvimento tecnológico conduzem a empresa ao aumento da produtividade e ao aumento da probabilidade de inovar. De forma geral, percebe-se que o esforço de P&D nas universidades e a orientação do gasto público não são compatíveis com o perfil de gasto em inovação nas empresas industriais brasileiras, conforme os dados da tabela 6. Esse descompasso reforça que a relação universidade-em-

presa-governo não é ajustada para promover a inovação no Brasil.

Estas conclusões reforçam o papel do capital humano como um fator de promoção das inovações, independentemente do setor considerado. Todavia, a formação do capital humano depende de políticas públicas, consideradas no escopo do Sistema Nacional de Inovação (SNI) e a relação entre as empresas e as instituições que fornecem e desenvolvem o capital humano não é explorada nestes estudos. Os dados da tabela 6 mostram que o valor gasto nas empresas inovadoras em treinamento é de apenas 0,056% da receita líquida.

A diferença entre a inovação em produto e a inovação em processo reforça o papel microeconômico (da empresa) na decisão de investir no processo de inovação. As diferenças setoriais e regionais são claras e mostram que fatores específicos da indústria e sua localização influenciam o processo de inovação. As diferenças de tamanho das empresas para



innovar reforçam a presença de competências dedicadas à inovação e a própria construção e interação da empresa com as instituições que, como destaca a literatura Schumpeteriana, são diferentes em relação às pequenas e grandes empresas.

4. Conclusão

O progresso tecnológico pode ser considerado o principal fator de desenvolvimento econômico, via desenvolvimento de inovações na indústria (que transbordam para outros setores, como a agropecuária e serviços). A constatação de que o progresso tecnológico possui particularidades, ajuda na determinação de políticas de desenvolvimento para países em desenvolvimento que, em certa medida, ainda não avançaram na formação de um ambiente institucional de inovação, como defende Kim (2005).

Os dados brasileiros de inovação mos-

tram que o país apresenta um esforço de desenvolvimento tecnológico, científico e inovador nos últimos anos. A participação brasileira na publicação de artigos científicos internacionais aumentou. Todavia, este esforço ainda é de geração de conhecimento codificado e não conhecimento tácito, centralizado nos gastos públicos e nas universidades. O setor privado participa pouco do esforço de construção de conhecimento nacional e desta forma, depende de tecnologias estrangeiras para inovar.

Os dados apresentados mostram que a inovação (em produto e processo) varia nos setores (indústrias), nas regiões e principais estados brasileiros e conforme o tamanho da empresa. Estas diferenças mostram que a inovação sistêmica demanda a formação de instituições e o capital social constituído será diferente conforme as diferenças apontadas. Desta forma, a análise da inovação na indústria brasileira deve ir além das características da empresa inovadora (comparada com



as empresas não inovadoras). A identificação das competências para o processo de inovação mostra apenas o lado microeconômico da inovação. As diferenças institucionais (por que a inovação em produto é menor que a inovação em processo na indústria brasileira? E quais as diferenças de capital social pertinentes a cada tipo de inovação? Qual o papel da inovação organizacional em cada indústria?) devem ser consideradas, assim como as diferenças setoriais (quais os setores que inovam mais e suas características econômicas, como concentração, relação com o comércio exterior, bem como a sua constituição de capital social), diferenças regionais (estados e regiões brasileiras), bem como a aglomeração (concentração produtiva em clusters) também são importantes e se mostram diferenciadas, refutando-se a visão geral de que o processo de inovação é homogêneo na indústria brasileira.



Referências

223

- AGHION, P; BLOOM, N; HOWITT, P; BLUNDELL, R; GRIFFITH, R. **Competition and innovation: an inverted-U relationship.** Quarterly Journal of Economics, volume 120, issue 2, p. 701-728, 2005.
- ANDERSEN, ES; LUNDEVALL, BA. **National innovation systems and the dynamics of the division of labor.** In: EDQUIST, C. **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations.** New York: Routledge, 1997, p. 242-265.
- ANTONELLI, C. **The new economics of the university: a knowledge governance approach.** Journal of Technology Transfer, volume 33, p. 1-22, 2008.
- ARAÚJO, BC de. **Análise empírica dos efeitos ex-post das exportações sobre a produtividade, o emprego e a renda das empresas brasileiras.** In: p. NEGRI, JA de; NEGRI, F de; COELHO, D. Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA, 2006, p.51-68.
- BECKER, GS. **Investment in human capital: a theoretical analysis.** Journal of Political Economy, volume 70, number 5, part 2: Investments in human beings, p. 9-49, 1962.
- BRESCHI, S; MALERBA, F. **Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries.** In: EDQUIST, C. **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations.** New York: Routledge, 1997, p. 130-156.
- CARLSSON, B; JACOBSSON, S. **Diversity creation and technological systems: a technology policy perspective.** In: EDQUIST, C. **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations.** New York: Routledge, 1997, p. 266-294.
- CEPAL. **Structural change and productivity growth: 20 years later – old problems, new opportunities.** Santiago: CEPAL, 2008.
- CIMOLI, M; GIUSTA, M. **The nature of technological change and its main implications on national and local system of innovation.** Luxemburg: International Institute for Applied Systems Analysis – Interim Report, 1998.
- COOKE, P. **Regional innovation systems: competitive regulation in the New Europe.** Geoforum, volume 23, p. 365-382, 1992.



COOKE, P. **Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy.** Industrial and Corporate Change, volume 10, number 4, p. 945-974, 2001.

COOKE, P. **Regional innovation system – an evolutionary approach.** In: COOKE, P; HEIDENREICH, M; BRACZYK, HJ. Regional innovation systems: the role of governance in globalized world. London: Routledge, 2004, p. 1-18.

COOKE, P; URANGA, MG; ETXEBARRIA, G. **Regional innovation system: institutional and organizational dimensions.** Research Policy, volume 26, issue 4-5, p. 475-491, 1997.

DE NEGRI, F; CAVALCANTE, LR. **PINTEC 2008: análise preliminar e agenda de pesquisa.** Radar Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, Brasília, n. 11, p. 7-15, dez. 2010.

DOSI, G; ORSENIGO, L; SILVERBERG, G. **Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model.** The Economic Journal, volume 98, p. 1032-1054, 1988.

DOSI, G; PAVITT, K; SOETE, L. **The economics of technical change and international trade.** London: Harvester Wheatshead, 1990.

ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L. **The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations.** Research Policy, volume 29, p. 109-123, 2000.

HAUKNES, J. **Norwegian input-output clusters and innovation patterns.** In: OECD. Boosting innovation: the cluster approach. Paris: OECD, 1999.

FREEMAN, C. **Technology, policy, and economic performance: lessons from Japan.** London Pinter Publishers, 1987.

FREEMAN, C. **The national system of innovation in historical perspective.** Cambridge Journal of Economics, volume 19, p. 5-24, 1995.

GONÇALVES, E, SIMÕES, R. **Padrões de esforço tecnológico da indústria brasileira: uma análise setorial a partir de técnicas multivariadas.** Revista Economia, volume 6, número 2, p. 391-433, 2005.

GROSSMAN, GM; HELPMAN, E. **Innovations and growth in the global economy.** Cambridge: MIT, 1993.

IBGE. PINTEC 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

KIM, L. **Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coréia.** Campinas: UNICAMP, 2005.



- KUPFER, D; ROCHA, F. **Determinantes setoriais do desempenho das empresas industriais brasileiras.** In: NEGRI, JA de; SALERMO, MS. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras.** Brasília: IPEA, p. 253-297, 2005.
- LEONCINI, R; MAGGIONI, MA; MONTRESOR, S. **Intersectoral innovation flows and national technological systems: network analysis for comparing Italy and Germany.** Research Policy, volume 25, p. 415-430, 1996.
- LUNDVALL, BA. **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning.** London: Pinter Publishers, 1992.
- LUNDVALL, BA; JONSHON, B; ANDERSEN, ES; DALUM, B. **National systems of production, innovation and competence building.** Research Policy, volume 31, issue 2, p. 213-231, 2002.
- MALERBA, F. **Sectoral systems of innovation and production.** Research Policy, volume 31, p. 247-264, 2002.
- MINCER, J. **Progress in human capital analysis of the distribution of earnings.** In: ATKINSON, AB. The personal distribution of incomes. London: Allen & Unwin, 1974.
- MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Indicadores: comparações internacionais.** Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview=> 2009.
- MORGAN, K. **The learning region: institutions, innovation and regional renewal.** Regional Studies, volume 31, p. 491-503, 1997.
- MOWERY, DC; ROSENBERG, N. **Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX.** Campinas: Unicamp, 2005.
- NEGRI, F de. **Determinantes da capacidade de absorção das firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra?** In: NEGRI, JA de; NEGRI, F de; COELHO, D. Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA, 2006, p. 101-122.
- NEGRI, JA de; ARAÚJO, BCPO de. **As empresas brasileiras e o comércio internacional.** Brasília: IPEA, 2007.
- NEGRI, JA de; NEGRI, F de; COELHO, D. **Tecnologia, exportação e emprego.** Brasília: IPEA, 2006.
- NEGRI, JA de; SALERMO, MS. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras.** Brasília: IPEA, 2005.



- NELSON, RR; WINTER, SG. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- NELSON, RR. **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford, 1993.
- NELSON, RR; SAMPAT, BN. **Making sense of institutions as a factor shaping economic performance**. Journal of Economic Behavior & Organization, volume 44, p. 31-54, 2001.
- NELSON, RR; NELSON, K. **Technology, institutions, and innovation system**. Research Policy, volume 31, p.265-272, 2002.
- OCDE. **Dynamising national innovation systems**. Paris: OECD, 2002.
- OCDE. **Compendium of patent statistics**. Paris: OECD, 2008.
- PAVITT, K. **Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory**. Research Policy, volume 13, p.343-373, 1984.
- PORTER, ME. **The competitive advantage of nations: with a new introduction**. New York :Free Press, 1998.
- PROCHNICK, V; ARAÚJO, RD de. In: NEGRI, JA de; SALERMO, MS. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.
- SCHUMPETER, JA. **Economic theory and entrepreneurial history**. In: RESEARCH CENTER IN ENTREPRENEURIAL HISTORY. Changes and the entrepreneur: postulates and patters of entrepreneurial history. Cambridge: Harvard University, 1949, p. 63-84.
- SUZIGAN, W; FURTADO, J; GARCIA, R; SAMPAIO, S. **Clusters ou sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas**. Revista de Economia Política, volume 24, número 4 (96), 2004.
- TEECE, DJ; PISANO, G; SHUEN, A (1997). **Dymanic capabilities and strategic management**. Strategic Management Journal, volume 18, number 7, p. 509-533, 1997.
- VEUGELERS, R. **Developments in EU statistics on science, technology and innovation: taking stock and moving closer to evidence-based policy analysis**. In: OECD. Science, technology and innovation indicators in a changing world: responding to policy needs. Paris: OECD, 2007, p. 33-45.

