

Condições econômicas e institucionais do processo de inovação: proposta de um modelo sistêmico de investigação do progresso tecnológico e o desenvolvimento de inovações na indústria

Ronivaldo Steingraber* – doutorando em Desenvolvimento Econômico UFPR
Flávio Gonçalves - UFPR

Resumo – Este artigo busca analisar a dinâmica do processo de inovação na economia. Para tanto, 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 *capabilities* dedicadas à inovação. As condições sociais são analisadas frente o papel das instituições no processo de inovação. A relação entre os ambientes econômico e social forma o capital social, responsável pela geração, difusão e utilização das tecnologias que moldam o processo de inovação. A análise destas condições para a promoção das inovações é construída por meio dos modelos sistêmicos de inovação. Estes modelos captam a inovação em quatro ambientes: o nacional o setorial, o regional e o tecnológico. Fatos estilizados na literatura são verificados e comprovam as condições microeconômicas, setoriais, regionais e institucionais no desenvolvimento das inovações. O artigo propõe que o estudo da inovação incorpore estas diferenças em seu corpo teórico e empírico.

Palavras-chave: inovação sistêmica, sistema setorial de inovação, sistema nacional de inovação, sistema regional de inovação, sistema tecnológico.

Abstract – This paper analyzes the dynamics of innovation in the economy. Thus, it examines the economic and social conditions involved in the technological progress and promotion of innovations. The economic structure is seen in front of the company's innovative features and the accumulation of capabilities dedicated to the innovation. The social conditions are considered in respect of the role of institutions in the innovation process. The relationship between economic and social environments shape the social capital, responsible for the generation, dissemination and use of technologies that shape the innovation process. The analysis of these conditions for the promotion of innovation is built by means of systemic models of innovation. These models capture innovation in four environments, the national, sectoral, regional and technological. Stylized facts are verified in the literature and confirm the conditions microeconomic, sectoral, regional and institutional into the development of innovations. The article proposes that the study of innovation incorporates these differences in their theoretical and empirical body.

Keywords: systemic innovation, sectoral system of innovation, national system of innovation, regional system of innovation, technology system.

Classificação JEL: A13, O12, O14, O31, O33.

* Contato: ronistein@swi.com.br

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, bem como a definição de um modelo teórico (baseado em fatos empíricos) que explique a dinâmica do progresso tecnológico e sua relação com a inovação. Para tal, este artigo se insere na rica discussão da literatura schumpeteriana sobre o progresso tecnológico e o ambiente inerente ao processo inovador.

Não se articula neste estudo a separação entre o pensamento schumpeteriano de outras linhas de pensamento econômico (como o pensamento evolucionário). Todas as contribuições de inspiração schumpeteriana são consideradas.

O ponto de partida deste artigo é a definição de como a teoria econômica visualiza o processo de inovação. Deste o acúmulo de *capabilities* até a verificação de que a empresa necessita interagir com outros agentes (sociais) para aprender a manusear um novo conhecimento tecnológico.

O papel social no desenvolvimento das inovações é apresentado na definição do papel 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 os indivíduos envolvidos com o progresso tecnológico e o desenvolvimento de inovações.

A identificação das condições econômicas e sociais necessárias para que o processo de inovação ocorra, dá-se pela formação do capital social que une todos estes fatores e é responsável pela geração, difusão e utilização da tecnologia.

A construção teórica do ambiente inovador passa pela definição dos sistemas de inovação. 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 no capítulo 2, o qual analisa o sistema nacional de inovação, o sistema setorial de inovação, o sistema regional de inovação e o sistema tecnológico.

O capítulo 3 analisa as duas semelhanças encontradas em todos os sistemas de inovação que são o papel das instituições e as características microeconômicas da empresa inovadora. Estas duas características são justamente os elementos de formação do capital social (rede de contatos e relacionamentos) que impulsiona o progresso tecnológico e das inovações.

O capítulo 4 se dedica a identificação dos fatos estilizados verificados nos 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 características microeconômicas (*capabilities*), diferenças setoriais, regionais e de estrutura econômica (como acesso ao mercado internacional e concentração de mercado). Estas características são determinantes para explicar o motivo das empresas e das indústrias serem heterogêneas frente ao processo de inovação.

A conclusão no capítulo 5 deste artigo resume a problemática de estudo do processo de inovação na indústria. Reúnem-se estas conclusões com o intuito de modelar uma estratégia de análise da inovação na indústria, com finalidade de fomentar estudos futuros e

auxiliar a definição de políticas públicas de desenvolvimento tecnológico e promoção da inovação na economia.

2. Teoria de base

A contribuição seminal na economia em relação à inovação é creditada a Schumpeter. E desta forma, 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 determinam 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 *capabilities*¹. A economia evolucionária analisa o processo de busca destas habilidades e *capabilities*, bem como o processo de aprendizagem na assimilação destas pelas organizações para o desenvolvimento de inovações.

A inovação é caracterizada como depende de uma ampla gama de fatores externos para ser implementada. Esta característica justifica o estudo da inovação sob a forma de sistemas setoriais, em virtude do desenvolvimento tecnológico e das inovações serem específicos de cada indústria. Apesar de Albuquerque (1999) comentar que o desenvolvimento de sistemas de inovação é questionado nos países em desenvolvimento². A análise de sistemas já existia na literatura econômica sob a ótica da produção, desde List a Marshall. Cooke (2001) resume bem esta evolução e Suzigan *et all* (96) 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. Para uma revisão destes conceitos nos sistemas de inovação ver Cooke (2001).

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 (95).

A abordagem regional do sistema de inovações foi apresentada nos trabalhos seminais de Cooke (1992) e Cooke *et all* (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, apresentavam taxas de inovação mais elevadas em relação às empresas não pertencentes ao agrupamento.

¹ Ver Teece *et all* (1997) para a definição de *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.

² O autor comenta o sistema nacional de inovação (SNI) em seu estudo.

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 infra-estrutura institucional voltada a geração, difusão e utilização da determinada tecnologia.

Em relação ao Sistema Nacional de Inovação (SNI), Cimoli e Giusta (98) 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 três focos do sistema de inovação de um país. As diferenças entre as três abordagens de sistemas de inovação, segundo Cimoli e Giusta (98) são apresentadas nas figuras abaixo.

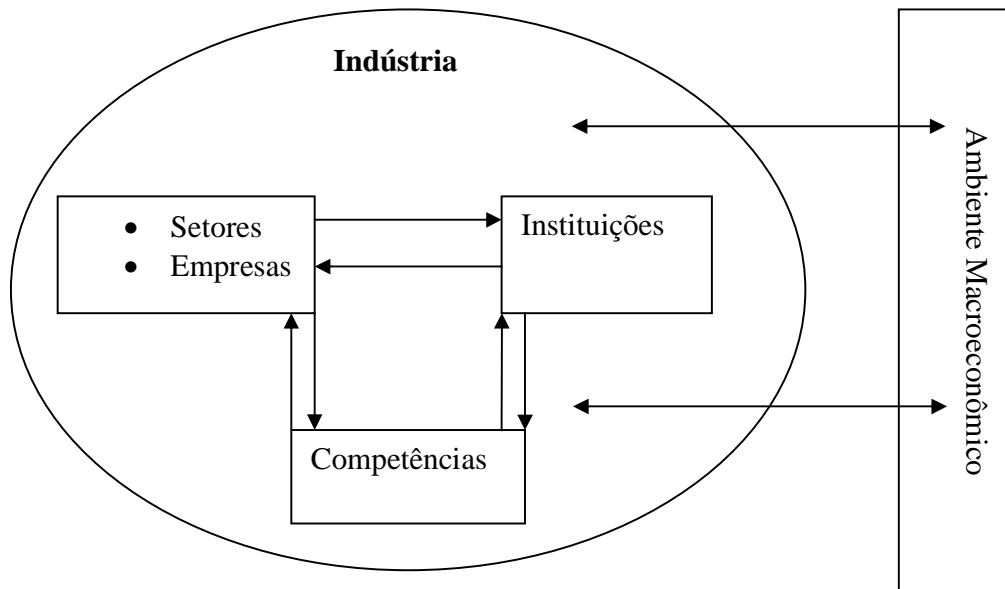


Figura 1: Sistema de inovação macro (nacional).
Fonte: CIMOLI e GIUSTA (1998).

A ênfase do sistema de inovação macro (SNI) está na indústria e sua relação (seja setorial ou microeconômica) com a formação de competências e relação com as instituições que formam o SNI. A abordagem do SNI, conforme comenta Freeman (95), gira em torno da tecnologia, que é a variável fundamental de articulação deste sistema.

Percebe-se que o SNI gira em torno da relação entre a indústria (empresas ou setores) e as instituições. Esta relação 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. Ambiente este aberto, ou seja, a economia está envolvida na competição internacional, que disponibiliza recursos, mas também é competidora na oferta de produtos, processos e tecnologias.

A idéia central do SNI é comparar o desempenho tecnológico e inovador dos países³. Lundvall *et al* (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 idéia 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.

Para Andersen e Lundvall (1997, p. 254) o SNI pode ser definido como:

“The concept of a national system of innovation is based upon the fundamental assumption that what is going on in term of innovation differs between nations. This means both that countries are specialized in terms of technological fields and that the mode of innovation has national specificities. Since innovation is rooted in processes of learning by doing, learning by using, and learning by interacting, the specialization of the production system is crucial in characterizing a national system of innovation in terms of technological fields. The mode of innovation will reflect, among other factors, the predominating patterns of governance. For instance, the mode of innovation will differ between an economy with highly integrate firms and an economy with smaller units interconnected in industrial networks. In this sense modeling the industrial structure and its evolution is a necessary element in understanding the anatomy of national innovation systems.”

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), que engloba o governo e os demais atores (como as empresas e as instituições).

O quadro 1 identifica as características de um SNI segundo o estudo da OCDE (para os países desenvolvidos).

³ Por exemplo, Leoncini *et al* (1996) compara 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, surge uma rede periférica de inovação.

Quadro 1: Características do sistema nacional de inovação.

- Diversidade: a especialização torna a empresa mais dependente de outras empresas e organizações.
- Complexidade:
 - Conhecimento cumulativo conduz a retornos crescentes.
 - Relações não de mercado (*network*) reforçam o valor adicionado.
 - Interações entre mercado aumentam a probabilidade de inovação.
 - Inovadores se engajam em redes (simples ou complexas) de colaboração.
- O crescimento pode ser virtuoso ou vicioso, geograficamente ambos diferem.
- Adaptação por experimentos e aprendizagem.
- Falhas do sistema conduzem à baixa capacidade de inovar. São falhas de infra-estrutura, de transição, *lock-in* e institucionais.

Fonte: OCDE (200).

Dentre as principais características do SNI 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 as 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 definição da inovação como sistêmica é percebida na análise da OCDE (2002, p. 3). Nas palavras do estudo:

“Innovation through the creation, diffusion and use of knowledge has become a key driver of economic growth and provides part of the response to many new societal challenges. However, the determinants of innovation performance has changed in a globalising knowledge-based economy, partly a result of recent developments in information and communication technologies. Innovation results from increasingly complex interactions at the local, national and world levels among individuals, firms and other knowledge institutions. Governments exert a strong influence on the innovation process through the financing and steering of public organizations that are directly involved in knowledge generation and diffusion (universities, public labs), and through the provision of financial and regulatory incentives to all actors of the innovation system. They need a sound conceptual framework and an empirical basis to assess how the contribution of public policy to national innovation performance could be improved.”

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 Porter⁴ com a ideia de vantagem competitiva da nação,

⁴ Ver Porter (1998) para uma revisão do conceito 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).

Em relação ao sistema setorial de inovação, Malerba (2002, p.250) apresenta o conceito como:

“A workable definition of a sectoral system of innovation and production its the following. A sectoral system of innovation and production is a set of new and established products for specific uses and the set of agents carrying out maket and non-market interactions for the creation, production and sale of those products. A sectoral system has a knowledge base, technologies, inputs and an existing, emergent and potential demand. The agents composing the sectoral system are organizations and individuals (e.g. consumers, entrepeneurs, scientist). Organization may be firms (e.g. users, producers and input suppliers) and non-market organization (e.g. universities, financial institution, goverment, agencies, trade-unions, or technical association), including sub-units of larger organization (e.g. R&D or productions departments) and groups of organizations (e.g. industry association). Agents are characterized by specific process competences, belifs, of objectives, organizational structures and behavies. They interact through process of communication, exchange, co-operation, competition and command, and their interactions are shaped by institutions (rules and regulations) over time a sectoral system undergoes process of change and transformation through the co-evolution of its various elements.”

Percebe-se que a idéia central em Malerba (2002), bem como de Hauknes (1999), é de identificar a relação sistêmica da inovação na atividade econômica industrial. Contudo, o desenvolvimento da inovação ultrapassa os esforços da indústria e se amaram em uma rede de agentes envolvidos com o complexo tecnológico.

A vantagem da análise do SSI reside no foco tecnológico, que pode ser melhor entendido na análise por setores (indústrias). A análise da conexão entre as indústrias aproxima o SSI da SNI. Todavia, simplificando-se estas inter-relações setoriais, pode-se apresentar as características particulares de cada setor, o que permite um entendimento mais profundo do processo de inovação e de trajetória do conhecimento tecnológico para cada indústria, permitindo ajustes específicos no nível da indústria. Esta análise está apresentada em Cimoli e Giusta (1998) – figura 2.

Sistema setorial

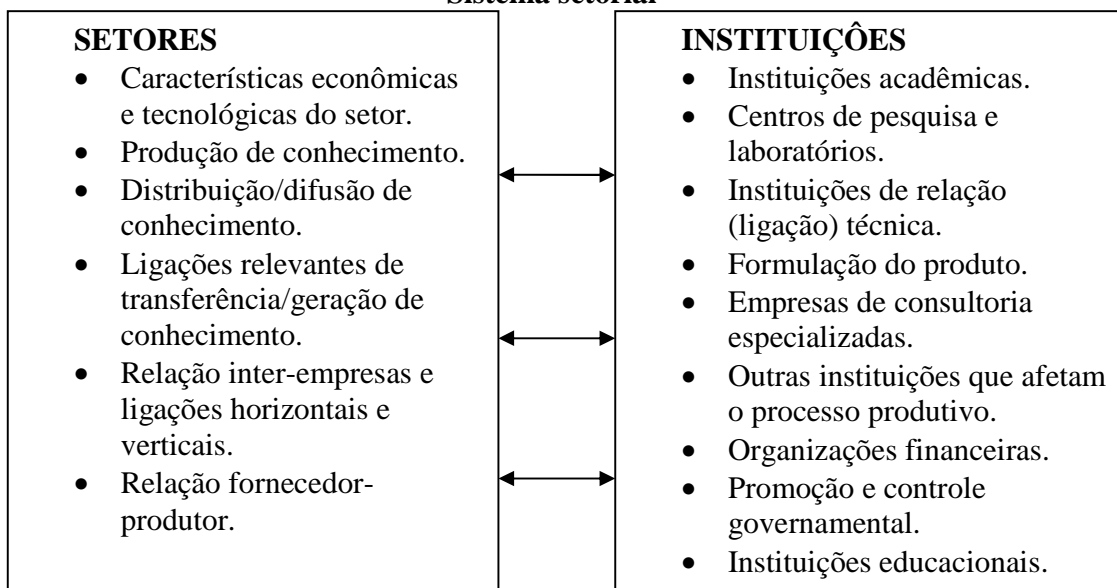


Figura 2: Sistema setorial de inovação
Fonte: CIMOLI e GIUSTA (1998).

O foco da análise do SSI, segundo Cimoli e Giusta (1998) está presente em dois grupos. O primeiro pode ser resumido como o conjunto das características (econômicas) do setor – figura do lado esquerdo. 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 e mesma se insere.

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 aponta as principais indústrias da economia, que receberão atenção por serem considerados como bases do crescimento econômico e inserção internacional da economia local em relação a determinadas tecnologias.

Esta idéia não invalida a análise econômica do SSI (ou do SRI) na busca dos setores prioritários para a inovação. Quando as diferenças e especificidades regionais são levadas em consideração em um sistema regional de inovação (SRI) o desenho fica assim definido:

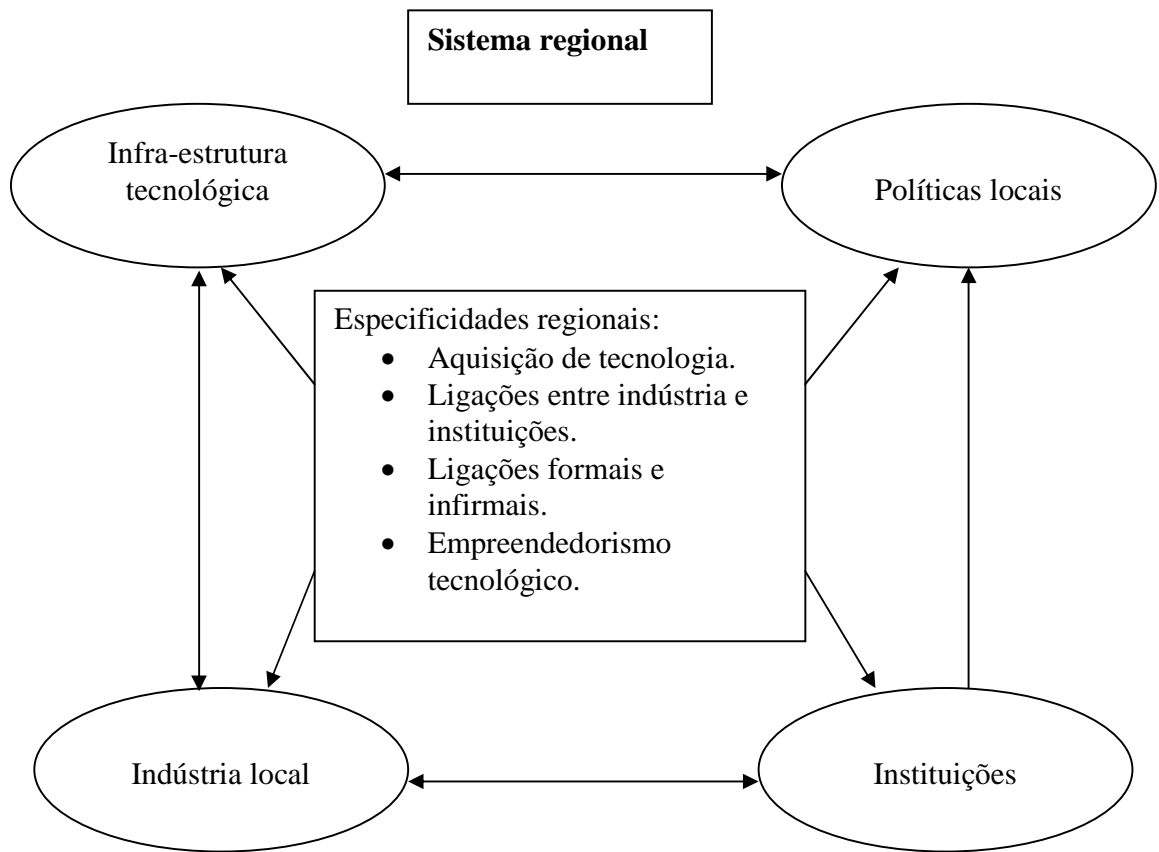


Figura 3: Sistema regional de inovação
 Fonte: CIMOLI e GIUSTA (1998).

Cooke (2004, p. 3) definem o SRI como:

“(...) a regional innovation system consists of interacting knowledge generation and exploitation sub-systems linked to global, national and other regional systems for commercializing new knowledge.”

Percebe-se que a definição do SRI está ligada a uma análise maior, de um sistema nacional (ou regional, como o mercado europeu).

A relação entre os sistemas locais de inovação (SSI e SRI) e o SNI pode ser pensada sob duas perspectivas. A primeira é da agregação. Onde o SNI é composto da somatória dos sistemas SSI e SRI, como defendem Andersen e Lundvall (1997). Para estes autores 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. Os SSI e SRI identificariam os setores/regiões com maior potencial inovador, através da separação entre a inovação voltada para o crescimento internacional da economia (SNI) e a inovação voltada para o desenvolvimento econômico industrial local⁵ (SRI e SSI). Onde a inovação torna-se o fio condutor da internacionalização da economia em função do

⁵ Cooke *et al* (2004) mostram que o SRI é usualmente empregado no análise do desenvolvimento de cidades.

progresso tecnológico no primeiro foco ou uma ferramenta de ampliação da capacidade produtiva e tecnológica local no segundo.

Independentemente do foco, Cooke *et all* (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 que se observam na região. 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, p. 4) mostram que:

“We may refer to the latter kind of regional innovation system as an Institutional Regional Innovation System (IRIS) since it is heavily based on public knowledge generation and exploitation institutions such as public laboratories, universities, technology transfer organizations, incubators, investors, trainers and other intermediaries.”

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.

Em relação ao sistema tecnológico apresentado em Carlsson e Jacobson (1997, p. 268), este pode ser definido nas palavras dos autores como:

“We define technological systems as a network or networks of agents interacting in a specific technology area under a particular institutional infrastructure to generate, diffuse and utilize technology. Technological systems are defined in terms of knowledge or competence flows rather than flows of ordinary goods and services. They consist of dynamic knowledge and competence networks (...).

(...) the networks may be international in character, but they are good reasons to believing that under some conditions, they will have a strong regional or local dimension (...), this regional dimension is captured (...) ‘in the presence of an *entrepreneur* and sufficient *critical mass*, such networks can be transformed into *development blocs*, i.e., synergistics *clusters* of firms and technologies with an industry or group of industries’.”⁶

O sistema tecnológico pode ser analisado dentro dos três sistemas de inovação (SNI, SSI e SRI). O sistema tecnológico pode ser pensado como um aprofundamento das características da tecnologia envolvida na inovação. O entendimento da sua formação e evolução, bem como as características de aprendizado do conhecimento tecnológico e a relação de capital social estabelecido (ou como as empresas e instituições interagem).

Os quatro sistemas 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. Nelson e Sampat (2001) mostram que o termo instituição é usado de maneira

⁶ Itálico no original, a referência utilizada entre aspas pelos autores é de Carlsson e Stankiewicz (1991, p. 111).

errônea na literatura econômica, pois o conceito instituição é usualmente empregado com significados diferentes em diferentes contextos. O segundo ponto em comum é o foco da inovação na empresa, que necessita desenvolver *capabilities* específicas para inovar e interagir com o ambiente.

O capítulo seguinte considera o papel das instituições e das *capabilities* da empresa no processo de inovação pensado de maneira sistêmica.

3. As instituições e a empresa inovadora

As duas principais questões na análise da inovação sistêmica na literatura schumpeteriana aqui identificadas são que a empresa deve apresentar *capabilities* para ser inovadora e que o papel das instituições é fundamental no processo de inovação, pois apenas as *capabilities* das empresas não são suficientes para garantir a inovação. Pelo contrário, é por meio das mesmas que a empresa interage com as instituições e aprende para inovar. Resumidamente, a presença das *capabilities* é uma condição necessária, mas não suficiente, para que o processo de inovação aconteça.

Por outro lado, a simples presença de instituições, como universidades, centros de pesquisa, laboratórios públicos, agentes financiadores (públicos e privados) igualmente é uma condição necessária, mas não suficiente para promover o processo de inovação. A inovação surge da interação entre as instituições e as empresas que apresentam as *capabilities* necessárias para a absorção de conhecimento tecnológico.

Carlsson e Jacobsson (1997) mostram que o conhecimento tecnológico é tácito, pois está incorporado em pessoas, o que dificulta a sua difusão, que se dá por interação e comunicação, via acúmulo de conhecimento por experiência. As redes formais e informais são essenciais na difusão do conhecimento tecnológico tácito, o aprendizado se dá pela interação.

Cooke (2004, p. 6) mostra que elementos como “aprendizado por interação, confiança, proximidade, incorporação, cognição, troca de conhecimento tácito e codificado, interdependência comercial e não comercial e meios de colaboração e de cooperação”⁷ estão presentes na análise de um SRI.

As dificuldades encontradas no SRI, segundo Heidenreich (2004, p. 366), residem “no hiato entre P&D e inovação, entre o conhecimento global e o local, entre forças industriais estabelecidas e novas trajetórias tecnológicas, entre companhias globais de sucesso e uma estrutura industrial diversificada de pequenas e micro empresas inovadoras”.

Percebe-se que o processo de inovação é naturalmente caracterizado como sistêmico e independentemente do foco da inovação e do conhecimento tecnológico adotado (nacional, regional setorial ou da própria tecnologia) o contexto apresentado anteriormente é uniforme. Os resultados e políticas podem ser específicos para cada sistema analisado, todavia, as particularidades do processo de inovação estão presentes em cada tipo de sistema. Esta conclusão pode ser observada em Carlsson e Jacobsson (1997, p. 284-285), para os autores:

“(…) the mechanisms involved in building competence, networks, and institutions are manifold. No single pattern is identifiable (at least not on the basis of the few observations yet available). Moreover, there is a whole set of actors involved in the formation of a new

⁷ Tradução livre.

technological system, and each of these can influence the outcome. Policy is therefore not only a domain of government; firms, universities, industry associations, etc., can all pursue policies which have an effect at the level of the system. In what follows, therefore, policy should not be construed as government policy only; government policies are sometimes substitutes for and sometimes complementary to those pursued by other entities.”

Resumidamente, a empresa inovadora está inserida em um ambiente institucional que gera o conhecimento tecnológico. A capacidade de inovação se dá pelo acúmulo de capital social, ou seja, na formação de redes de interação entre empresas e instituições para desenvolver o conhecimento tecnológico e aplicá-lo comercialmente sob a forma de inovações em produtos e processos. Para tanto, a empresa depende da sua organização interna e do desenvolvimento organizacional de plataformas de interação com o ambiente (as instituições).

Este processo de interação (formação de capital social) é único e possui uma forte influência histórica (*path dependence*), já que relações e parcerias são formadas e não nascem apenas do desejo de inovar. Neste sentido, a análise da nova economia institucional torna-se importante. As relações institucionais entre empresas e os demais atores sociais dedicados à inovação dependem de contratos e da estrutura de governança das interações estabelecidas.

Em outras palavras, o capital social formado para promover o desenvolvimento de conhecimento tecnológico e de inovações depende de uma série de fatores que escapam da própria lógica econômica tradicional. O ambiente é complexo, o que o torna caótico e sem previsibilidade no sentido da obtenção de um padrão único, como Carlsson e Jacobsson (1997) apontaram. Heidenreich (2004) mostra que a inovação por ser sistêmica produz resultados ‘satisfatórios’ e não ótimos. Esta conclusão vai ao encontro de uma das precondições da teoria evolucionária (ver Nelson e Winter, 1982): a adoção do conceito de racionalidade limitada de Herbert Simon.

A questão principal não é a escolha de um sistema de inovação para ser estudado, mas sim a consideração de que o processo de inovação é complexo e sistêmico. Ele depende das características da empresa (suas *capabilities*), de características setoriais (da indústria) e do ambiente (nacional e internacional), como a presença de instituições, da formação de capital social (de redes de interação), da proximidade dos atores envolvidos (limite geográfico) e das especificidades da própria tecnologia considerada (geralmente, a tecnologia está inserida em uma indústria e possui um ciclo de vida).

Tratando-se ainda do ambiente macroeconômico (considerado no SNI), Carlsson e Jacobsson (1997) mostram outro ponto importante na contextualização do ambiente do processo de inovação, que é a definição de políticas públicas (no sentido de ações estratégicas do governo). Os autores deduzem que a política pública não necessita ser apenas do governo, associações, universidades e outras instituições podem igualmente estabelecer políticas públicas moldadas para o desenvolvimento das inovações. Todavia, o governo (nacional ou regional) é um elemento chave na definição de políticas de incentivo para o desenvolvimento tecnológico e de inovações.

Como o foco do estudo futuro sugerido neste artigo é o Brasil, não se utiliza a análise do papel do SNI como elemento de comparações internacional de tecnologias e inovações. Todavia, o SNI pode ser utilizado pela análise das relações entre as indústrias brasileiras. Apresentam-se no próximo capítulo os fatos estilizados sobre a inovação na

indústria brasileira sobre as empresas, setores (indústrias), diferenças regionais da indústria (nos principais estados brasileiros).

4. Fatos estilizados

O objetivo deste capítulo é mostrar que o estudo da inovação na indústria brasileira deve partir da constatação de que a inovação é sistêmica. Este caráter sistêmico mostra que as empresas estão inseridas em contextos maiores. Instituições, capital social, diferenças setoriais e regionais devem ser agregadas à análise das características individuais das empresas industriais brasileiras.

O estudo sobre os impactos econômicos e características do processo inovador na indústria brasileira ganhou corpo nos últimos anos. A principal linha de pesquisa sobre inovação no Brasil é do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Com a análise do microdados,

a confiança na análise de fatores específicos do processo inovador aumenta. O foco é voltado para as características do processo inovador, como internacionalização das empresas, características da mão-de-obra, características das empresas inovadoras em relação às empresas menos inovadoras, entre outras. O ponto de referência é o setor econômico industrial, conforme os estudos de Negri-Negri-Coelho (2006), Negri e Araújo (2007), e Negri e Salerno (2005).

O conhecimento do setor é um salto qualitativo importante em relação à análise macroeconômica. Contudo, o nível de agregação ainda é alto na análise setorial. Uma das soluções utilizadas nas pesquisas sobre inovação é a classificação dos setores conforme a intensidade tecnológica, conforme taxionomias como de Pavitt (84) e Dosi-Pavitt-Soete (90). A figura abaixo mostra esta classificação:

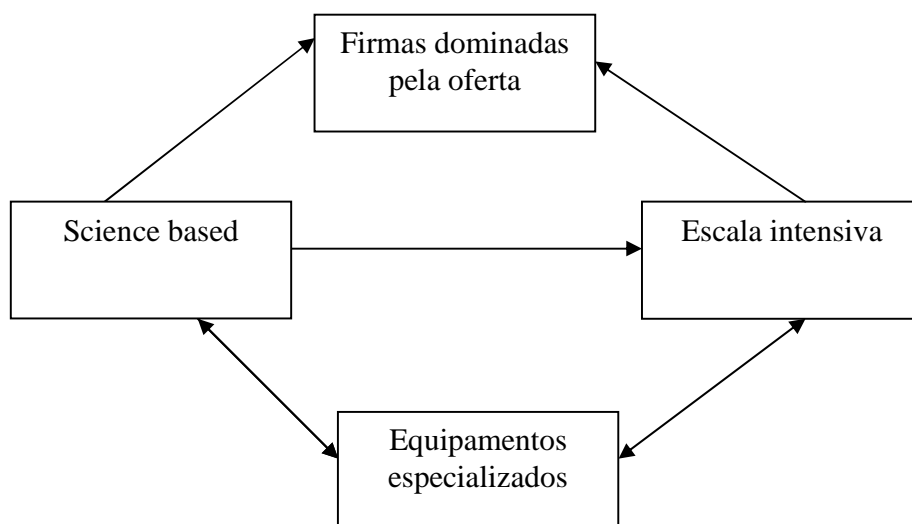


Figura 4: Classificação da capacidade de inovação por setor de Pavitt
Fonte: Pavitt (84).

O setor *science based* promove o maior volume de inovações na economia e estas afetam os demais setores. As empresas nos setores dominados pela oferta apenas recebem tecnologia externa, absorvida dos setores *science based* e intensivos em escala.

Para Scott e Martin (2000) a classificação de setores de alta e baixa tecnologia (como a classificação de Pavitt) não é suficiente para caracterizar a inovação na economia, pois estas são orientadas como insumos no processo produtivo de um outro setor. Desta forma, os impactos de ganhos de produtividade podem estar fora do setor inovador, mas estão dentro da cadeia produtiva. Desta forma, as relações de produtividade entre diferentes indústrias, por meio do efeito de transbordamento do conhecimento tecnológico e a geração de inovações não é captada pela análise setorial e esta é uma das premissas do SNI, de que os ganhos da inovação de uma indústria podem ser apropriados por outros setores da economia.

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.

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-Lemos-Negri (2007) encontram uma relação positiva entre a inovação e os portes 'médio' e 'grande' das empresas explicando a inovação por produto e por processo. A sensibilidade da inovação por processo é maior em comparação da inovação por produto. Apesar de o estudo verificar esta relação através de uma variável *dummy* para alguns setores industriais.

Kupfer e Rocha (2005) encontram uma correlação positiva entre o tamanho da empresa e a probabilidade da empresa ser inovadora. Os autores também mostram que esta variável assume a forma de 'U' invertido, e utilizam o índice Herfindahl-Hirschman (HHI) para verificar a concentração de mercado, que reduz a presença de inovação a partir de certo tamanho. Na literatura econômica esta relação foi estabelecida por Aghion *et all* (2005).

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 da maioria das indústrias brasileiras inovar 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 aumentar 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.

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 empresas não inovadoras. As principais características das empresas industriais brasileiras são identificadas na tabela abaixo, tendo como base a classificação das empresas em três grupos em relação a sua capacidade de inovação.

Tabela 1: Características das empresas industriais brasileiras em relação à capacidade da inovação no ano de 2000

| Característica | Empresas inovadoras | Empresas especializadas em produtos padronizados | Empresas não inovadoras |
|---|---------------------|--|-------------------------|
| Pessoal ocupado (número) | 545,90 | 158,10 | 34,20 |
| Faturamento (R\$ milhões) | 135,50 | 25,70 | 1,30 |
| Índice de eficiência de escala | 0,77 | 0,70 | 0,48 |
| Índice de eficiência técnica | 0,30 | 0,18 | 0,11 |
| Produtividade por trabalhador (R\$ 1.000) | 74,10 | 44,30 | 10,00 |
| Liderança | 0,02 | 0,004 | 0,00028 |
| Remuneração média mensal (R\$) | 1.254,64 | 749,02 | 431,15 |
| Escolaridade média (anos de estudo) | 9,13 | 7,64 | 6,89 |
| Tempo médio de emprego (meses) | 54,09 | 43,90 | 35,41 |
| Prêmio salarial (%) | 23,00 | 11,00 | 0,00 |
| Coefficiente de exportação (%) | 0,11 | 0,21 | 0,00 |
| Coefficiente de importação (%) | 0,15 | 0,10 | 0,01 |

Fonte: Negri e Salerno (2005)

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 (74) e Becker (62), onde na visão dos autores, os investimentos em capital humano trazem rendimentos maiores de produtividade e de salários.

Como já indicado anteriormente, esta visão é macro, pois é aplicada à indústria brasileira como um todo. Porém, em relação aos setores industriais, Negri e Salerno (2005) apontam para a característica de que todos os setores apresentam empresas inovadoras.

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.

A análise setorial da capacidade de inovação da indústria brasileira pode ser verificada no trabalho de Negri e Salerno (2005), cujos principais resultados apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Distribuição setorial das empresas industriais brasileiras em relação à inovação no ano 2000

| Setor | Empresas inovadoras (A) | Empresas especializadas em produtos padronizados (B) | | Empresas não inovadoras (C) | |
|------------------------|-------------------------|--|---------|-----------------------------|---------|
| | | Participação | (A)/(B) | Participação | (A)/(C) |
| Mecânica | 26,2 | 8,3 | 3,16 | 4,1 | 6,39 |
| Química | 22,5 | 14,6 | 1,54 | 10,8 | 2,08 |
| Eletrônica | 12,9 | 2,9 | 4,45 | 1,6 | 8,06 |
| Material de transporte | 8,1 | 5,2 | 1,56 | 2,3 | 3,52 |
| Material elétrico | 6,9 | 3,2 | 2,16 | 1,8 | 3,83 |
| Metalurgia | 5,4 | 9,0 | 0,60 | 9,4 | 0,57 |
| Têxtil e calçados | 5,1 | 18,8 | 0,27 | 23,2 | 0,22 |
| Agroindústria | 4,3 | 10,2 | 0,42 | 15,0 | 0,29 |
| Madeira e móveis | 2,6 | 13,4 | 0,19 | 10,1 | 0,26 |
| Celulose e papel | 1,8 | 2,5 | 0,72 | 2,9 | 0,62 |
| Indústrias diversas | 1,6 | 2,4 | 0,67 | 1,4 | 1,14 |
| Minerais não metálicos | 1,4 | 4,7 | 0,30 | 9,8 | 0,14 |
| Extrativa mineral | 0,8 | 1,8 | 0,44 | 2,6 | 0,31 |
| Gráfica e audiovisual | 0,4 | 2,1 | 0,19 | 4,4 | 0,09 |
| Combustíveis | 0,1 | 0,8 | 0,13 | 0,7 | 0,14 |

Fonte: Negri e Salerno (2005). A classificação foi feita pela coluna A (empresas inovadoras).

A tabela 2 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.

Analisando-se estes setores, percebe-se uma aproximação com a taxionomia de Pavitt (84), mas não de forma concisa. Em relação ao SNI, claramente pode-se perceber que alguns setores são mais sensíveis à inovação. Todavia a simples separação dos setores mais inovadores 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).

Em relação à capacidade de inovação das firmas industriais brasileiras, os dados da PINTEC (IBGE, 2005) mostram uma distribuição com assimetria (*skewness*) positiva (desvio para o lado esquerdo). Os dados são apresentados no anexo e as distribuições são apresentadas na figura 5.

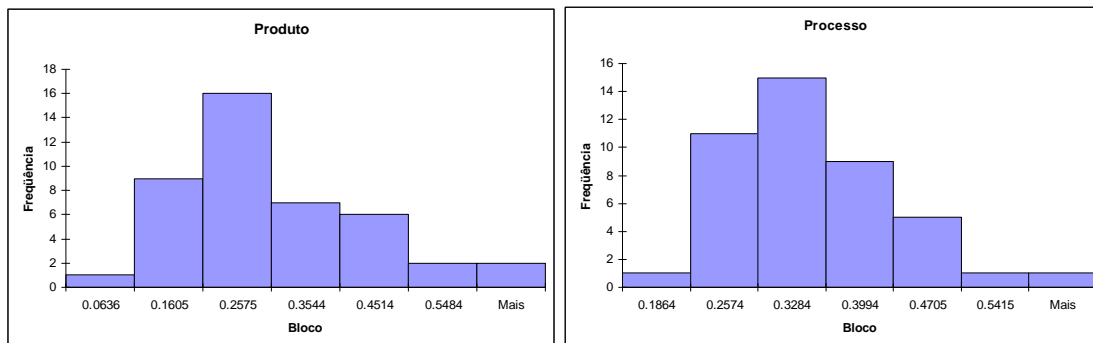


Figura 5: Distribuição setorial do percentual de empresas inovadoras em produto e em processo no Brasil no ano de 2005
 Fonte: PINTEC (IBGE, 2005)

Em relação à distribuição setorial da inovação em produto, a maioria dos setores industriais brasileiros apresenta taxa de inovação em torno de 25%. Em relação à inovação em processo, os dados estão mais concentrados em torno de 32%, ou seja, além dos setores inovarem mais em processo do que em produto, mais setores encontram-se em torno da média, o que mostra que a inovação em processo é mais consistente em relação à inovação em produto, tomando-se a distribuição setorial como base de comparação.

A distribuição é relativa, pois considera a taxa percentual de inovação do setor. O tamanho dos setores é diferente em relação ao número de empresas, o que ajuda a explicar estas diferenças, uma vez que o número de empresas determina incentivos econômicos relacionados ao número de adotadores de uma determinada tecnologia e a definição da estrutura institucional dedicada à inovação. Ver no anexo a tabela com o número total de empresas e os gráficos com a distribuição.

Os valores apresentados mostram que a distribuição não é uma curva normal em forma de sino. Ela não considera dados importantes, como o valor e aplicabilidade das inovações, mas sim apenas se a empresa inovou em produto ou em processo. Como os dados disponibilizados são setoriais, calcula-se o percentual de empresas inovadoras em relação ao tamanho do setor.

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 setores (dos mais inovadores para os menos inovadores).

Outra distribuição possível de ser analisada com os dados da PINTEC de 2005 é a diferença entre a participação de empresas inovadoras em produto e processo por setor nas grandes regiões brasileiras. Os resultados também são mostrados para os principais estados brasileiros.

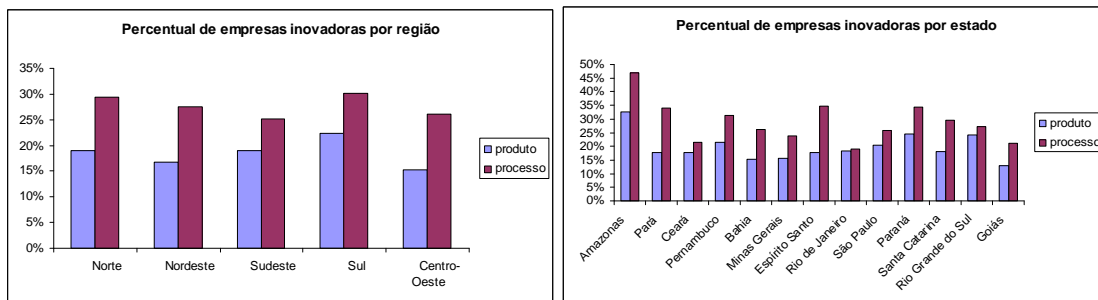


Figura 6: Percentual de empresas inovadoras em produto e processo nas regiões e principais estados brasileiros no ano de 2005.

Fonte: PINTEC (IBGE, 2005).

A participação de empresas inovadoras em processo continua maior que a participação de empresas inovadoras em produto nas regiões e nos principais estados brasileiros no ano de 2005. Porém, analisando-se a distribuição entre os estados, percebe-se que as regiões norte e nordeste dependem em grande medida dos estados do Amazonas e Pernambuco respectivamente.

A distribuição regional mostra que o estado de São Paulo, que concentra tradicionalmente o maior número de empresas, em termos relativos, inova menos do que estados como Amazonas, Pernambuco, Paraná e Santa Catarina (em produto ou processo). Esta constatação reforça a idéia de que os dados são apenas de quantidade de empresas inovadoras e não da qualidade da inovação e seu impacto econômico. Todavia, as empresas inovadoras dependem claramente da estrutura institucional para inovar e estas diferenças regionais confirmam a hipótese de que a inovação depende de fatores setoriais e regionais.

Por fim, analisa-se a distribuição da inovação em produto e processo nas indústrias brasileiras em relação ao porte da empresa. Os valores estão computados na figura 7 e consideram o percentual de empresas inovadoras em produto e processo por faixa de tamanho.

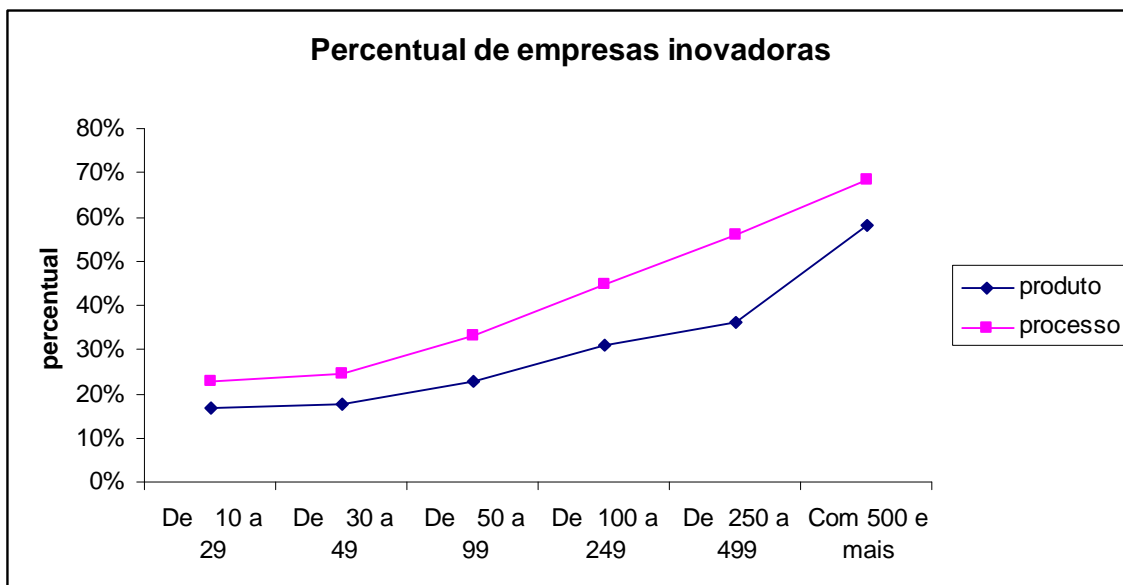


Figura 7: Percentual de empresas inovadoras em produto e processo por faixa de tamanho das indústrias brasileiras no ano de 2005.

Fonte: PINTEC (IBGE, 2005).

Percebe-se que na medida em que as empresas são maiores (em relação ao número de funcionários) o percentual de empresas inovadoras aumenta consideravelmente. Outra informação importante que o gráfico apresenta é o maior percentual de empresas inovadoras em processo em relação à inovação em produto em todas as faixas de tamanho das empresas. Apesar da idéia de que a empresa que investe em novos processos possui uma alta probabilidade de também inovar em produto, esta relação não é determinística e pode refletir a formação de instituições para o processo de inovação na indústria, mais voltados à absorção de conhecimento, via aquisição de bens de capital com conhecimento incorporado para o processo produtivo.

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 inovar reforçam a presença de *capabilities* 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.

As conclusões pertinentes ao modelo teórico da literatura schumpeteriana e os fatos estilizados e empíricos identificados são consideradas na próxima seção.

5. 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).

O processo de inovação passa pela análise econômica e institucional dos sistemas que permeiam o ambiente de promoção da mesma. A primeira constatação é de que a inovação é sistêmica e não ocorre de maneira isolada.

O foco da inovação é a empresa inovadora, denominado por Schumpeter (1949) como empresário inovador e o primeiro passo para que a inovação aconteça é a decisão microeconômica de inovar.

A literatura schumpeteriana aponta que o processo de inovação é complexo e depende de fatores microeconômicos e do ambiente institucional voltado à geração, difusão e utilização do conhecimento tecnológico. Pelo lado econômico, as empresas necessitam desenvolver habilidades e competências em relação ao aprendizado tecnológico e ao desenvolvimento de inovações. Este conjunto de fatores microeconômicos envolvidos com a inovação na empresa é denominado de *capabilities*, que são uma condição necessária para o desenvolvimento de inovações.

As *capabilities* das empresas não são todas voltadas internamente à inovação. Ao contrário, o processo de aprendizado de novos conhecimentos tecnológicos depende da

interação da empresa (e suas *capabilities*) com o ambiente. O conjunto de atores sociais envolvidos com o desenvolvimento de inovações é denominado de instituição.

A utilização do termo instituição na literatura econômica é ampla e pode designar contextos e idéias diferentes. A literatura schumpeteriana sugere o conceito de instituição como uma ‘tecnologia social’ (ver Nelson e Sampat, 2001), na medida em que envolve uma gama de fatores sociais que geram conhecimento e influenciam as decisões estratégicas das empresas na adoção de determinada tecnologia e na promoção de inovações. Este conhecimento pode ser tecnológico (no sentido de como produzir um produto), ou mesmo de caráter organizacional (de como comercializar, de ferramentas mercadológicas, etc) e de formação de redes de cooperação e de aprendizado.

A formação de redes pode ser analisada em relação ao conceito de capital social que considera a formação de relações sociais com o objetivo de parceria, cooperação e aprendizado coletivo. A interação entre os agentes econômicos (empresas) e sociais (instituições) ocorre através de uma rede de construção e difusão de conhecimento, que permite o desenvolvimento das inovações.

A separação dos conceitos de instituição e capital social agrega valor na análise das condições sociais necessárias para o processo de inovação na economia. O emprego do termo instituição para todos os fenômenos sociais, desde os agentes (como governo, centros de pesquisa, universidades, entre outros), até valores sociais formais (como a legislação) e informais (como costumes, hábitos, confiança, etc), não permite a verificação de que a estrutura social interage com as condições econômicas, formando uma rede de contatos e parcerias. Esta interação sob a forma de rede (que pode ser formal ou informal) é que gera e dissemina o conhecimento tecnológico e permite o desenvolvimento das inovações.

As condições microeconômicas (*capabilities*), em conjunto com as condições institucionais, formam o capital social que promove o progresso tecnológico e as inovações. A característica das inovações serem sistêmicas nasce desta constatação, ela demanda a formação de capital social que nasce de inter-relação entre os ambientes econômico e social.

A análise da inovação sob a ótica de sistema, permite a verificação das condições institucionais e econômicas necessárias para a construção da rede de capital social voltada ao processo de inovação.

Os sistemas econômicos dedicados ao desenvolvimento de inovações apresentados na literatura schumpeteriana são quatro. A saber: o sistema nacional de inovações (SNI), o sistema setorial de inovações (SSI), o sistema regional de inovações (SRI) e o sistema tecnológico (ST).

As diferenças entre os quatro sistemas residem no ponto focal de análise da inovação. O que condiciona a definição das *capabilities* das empresas, das instituições, o que em outras palavras significa que para cada sistema o capital social é diferente, em razão das diferenças econômicas e sociais verificadas para cada forma de análise sistêmica da inovação.

O SNI está preocupado com a análise das estratégias nacionais, portanto de políticas públicas, voltadas à construção de um ambiente de inovações radicais. Ele parte do pressuposto de que a estratégia tecnológica de uma nação (país ou região) pode ser definida a partir de políticas públicas orientadas para determinados setores ou tecnologias. O SNI também admite que os setores econômicos geram efeitos de transbordamento, que é a geração de externalidades (geralmente positivas) de um setor para os demais, visto que a

tecnologia apresenta a característica de possuir rendimentos crescentes, que podem ser apropriados por terceiros.

O sistema setorial de inovação (SSI) considera que a tecnologia pertence a uma indústria (ou setor econômico). Portanto, cada indústria apresenta um grau próprio de desenvolvimento tecnológico (ou um ciclo de vida do produto).

O sistema regional de inovações analisa os limites geográficos da inovação. A construção da rede de capital social, o alcance das instituições e a promoção dos ganhos de produção e de conhecimento dependem do grau de aproximação entre os agentes (econômicos e sociais). Esta aproximação depende dos limites geográficos. Desta forma, o grau de aproximação entre os agentes (o capital social) diminui com o aumento da distância física. Um exemplo disto é a geração de empreendedorismo tecnológico apontado por Audretsch *et all* (2005), que se apresenta de forma mais contundente nas imediações de uma universidade, em setores no início da trajetória de uma tecnologia e é caracterizado por empresas de menor porte. As empresas de maior porte dominam os setores com tecnologias maduras. As diferenças pertinentes ao tipo de tecnologia empregada (no caso o seu ciclo de vida) permeiam as instituições envolvidas com as empresas inovadoras e o capital social requerido, que pode ser analisado em função de fatores geográficos.

Finalmente, o sistema tecnológico parte da premissa de que é possível analisar a evolução da trajetória tecnológica, que apresenta características próprias e demanda soluções particulares conforme o tipo de sistema (SNI, SSI ou SRI) considerado.

Os quatro tipos de sistemas de inovação considerados apresentam características comuns. A primeira reside nas *capabilities* da empresa inovadora. Os resultados empíricos mostram que as empresas inovadoras apresentam mais capital humano e intensidade tecnológica (inovação contínua). Os resultados apresentados pela empresa inovadora são: maior produtividade, salários mais elevados e mais relação com agentes externos (como financiamento público, contato com universidades). Estas empresas ainda apresentam maior intensidade de comércio exterior (importações e exportações), são maiores (maior número de empregados e receita maior).

A segunda característica da inovação é a sua relação com as instituições. 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 por ser 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 destas características e *capabilities* mostram 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.

Apesar das diferenças de abordagem em relação aos sistemas de inovação, os pontos em comum mostram que a análise do ambiente econômico e das relações das empresas com o ambiente institucional são relevantes para o entendimento do processo de inovação. Esta

análise identifica os fatores (econômicos e sociais) necessários para que a inovação aconteça. Estes fatores, combinados com a identificação do resultado da inovação (aumento da intensidade de comércio internacional, ganhos de produtividade, aumento de indicadores de inovação, entre outras medidas), mapeiam o impacto da inovação na indústria e podem contribuir com a definição de políticas públicas de incentivo a mesma.

O resultado final do aumento da intensidade inovadora na indústria é conhecido, como aumento do emprego qualificado e das oportunidades econômicas, além da oportunidade do desenvolvimento (econômico e social) promovido pelo avanço tecnológico. Todavia, o esforço inovador demanda planejamento e a construção de um ambiente de cooperação para o aprendizado de novas tecnologias, que via de regra é coletivo. O aprendizado é mais eficiente quando a empresa possui as características apontadas da empresa inovadora. Todavia, a dependência do ambiente é visível e a formação de redes de aprendizado fundamental.

Como proposta de análise futura, sugere-se que a relação empresa (microeconômica) com o ambiente (instituições, capital social e características setoriais e regionais) seja analisada empiricamente. Através desta análise, pode-se verificar o caráter sistêmico da inovação identificado teoricamente e relacionado com as diferenças identificadas em relação aos setores e regiões nos dados sobre a inovação na indústria brasileira. Este estudo contribui com a definição de um modelo de análise schumpeteriano do processo de inovação na indústria. O entendimento da inovação ressalta as suas qualidades sistêmicas, o que vai ao encontro da proposta multidisciplinar e da cooperação da economia schumpeteriana com as demais áreas que estudam a inovação.

Anexos

Tabela A1: Inovação em produto e processo nas indústrias brasileiras no ano de 2005

| Setor | Total de empresas | Inovadoras em produto | | Inovadoras em processo | |
|--|-------------------|-----------------------|--------------|------------------------|--------------|
| | | Empresas | Participação | Empresas | Participação |
| Total | 95 301 | 19 670 | 20.64% | 26 277 | 27.57% |
| Indústrias extrativas | 1 849 | 118 | 6.36% | 413 | 22.33% |
| Indústrias de transformação | 89 205 | 17 666 | 19.80% | 24 091 | 27.01% |
| Fabricação de produtos alimentícios e bebidas | 11 588 | 2 399 | 20.70% | 2 988 | 25.78% |
| Fabricação de produtos alimentícios | 10 828 | 2 270 | 20.96% | 2 726 | 25.17% |
| Fabricação de bebidas | 760 | 129 | 16.93% | 262 | 34.52% |
| Fabricação de produtos do fumo | 70 | 8 | 11.83% | 13 | 18.64% |
| Fabricação de produtos têxteis | 4 154 | 815 | 19.62% | 1 117 | 26.89% |
| Confeção de artigos do vestuário e acessórios | 12 162 | 1 564 | 12.86% | 3 107 | 25.54% |
| Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados | 4 556 | 711 | 15.61% | 1 320 | 28.97% |
| Fabricação de produtos de madeira | 5 089 | 838 | 16.46% | 1 353 | 26.58% |
| Fabricação de celulose, papel e produtos de papel | 1 784 | 265 | 14.88% | 523 | 29.30% |
| Fabricação de celulose e outras pastas | 27 | 9 | 34.48% | 14 | 51.72% |
| Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel | 1 757 | 256 | 14.57% | 509 | 28.95% |
| Edição, impressão e reprodução de gravações | 3 973 | 551 | 13.86% | 1 328 | 33.43% |
| Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool | 206 | 64 | 31.16% | 75 | 36.65% |
| Fabricação de coque, álcool e elaboração de combustíveis nucleares | 130 | 24 | 18.70% | 56 | 42.99% |
| Refino de petróleo | 75 | 40 | 52.69% | 19 | 25.70% |
| Fabricação de produtos químicos | 3 801 | 1 532 | 40.30% | 1 319 | 34.71% |
| Fabricação de produtos químicos | 3 180 | 1 292 | 40.63% | 1 083 | 34.06% |
| Fabricação de produtos farmacêuticos | 622 | 240 | 38.59% | 236 | 38.02% |
| Fabricação de artigos de borracha e plástico | 5 308 | 1 085 | 20.44% | 1 371 | 25.84% |

| | | | | | |
|--|-------|-------|--------|-------|--------|
| Fabricação de produtos de minerais não-metálicos | 6 643 | 673 | 10.13% | 1 382 | 20.80% |
| Metalurgia básica | 1 470 | 364 | 24.78% | 590 | 40.12% |
| Produtos siderúrgicos | 382 | 67 | 17.66% | 114 | 29.76% |
| Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição | 1 089 | 297 | 27.27% | 476 | 43.76% |
| Fabricação de produtos de metal | 8 573 | 1 496 | 17.45% | 2 185 | 25.49% |
| Fabricação de máquinas e equipamentos | 5 799 | 1 728 | 29.79% | 1 350 | 23.28% |
| Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática | 211 | 136 | 64.53% | 95 | 44.88% |
| Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos | 1 892 | 564 | 29.81% | 591 | 31.25% |
| Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações | 644 | 284 | 44.16% | 242 | 37.64% |
| Fabricação de material eletrônico básico | 326 | 143 | 43.95% | 143 | 43.89% |
| Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações | 318 | 141 | 44.38% | 99 | 31.24% |
| Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios | 921 | 501 | 54.35% | 356 | 38.63% |
| Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias | 2 214 | 430 | 19.42% | 702 | 31.71% |
| Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus | 40 | 26 | 64.15% | 24 | 61.25% |
| Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores | 962 | 68 | 7.11% | 215 | 22.31% |
| Fabricação de peças e acessórios para veículos | 1 211 | 336 | 27.72% | 463 | 38.21% |
| Fabricação de outros equipamentos de transporte | 589 | 154 | 26.10% | 135 | 22.90% |
| Fabricação de móveis e indústrias diversas | 7 087 | 1 432 | 20.20% | 1 842 | 26.00% |
| Fabricação de artigos do mobiliário | 5 067 | 974 | 19.23% | 1 376 | 27.16% |
| Fabricação de produtos diversos | 2 019 | 457 | 22.65% | 466 | 23.10% |
| Reciclagem | 470 | 73 | 15.61% | 106 | 22.64% |

Fonte: PINTEC: IBGE (2005)

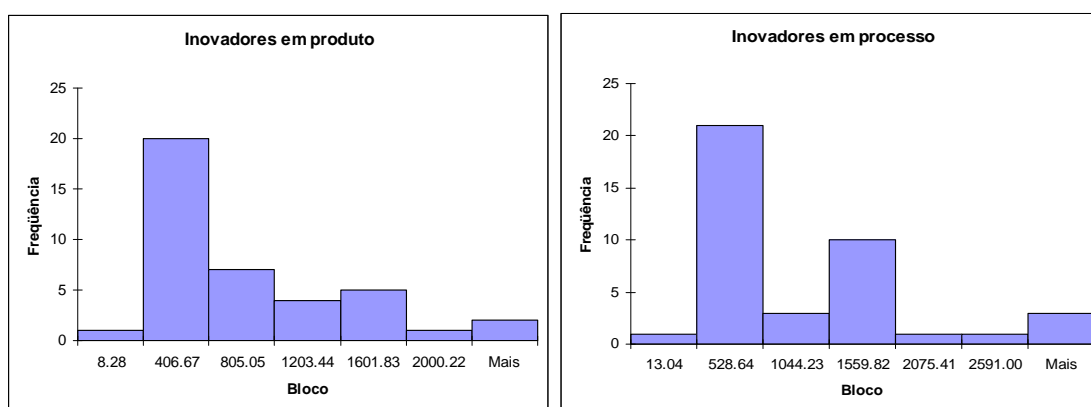


Figura A1: Distribuição do número de empresas inovadoras em produto e em processo nos setores industriais brasileiros no ano de 2005

Fonte: PINTEC (IBGE, 2005)

Referências

AGHION, P; BLOOM, N; HOWITT, P; BLUNDELL, R; GRIFFITH, R (2005). Competition and innovation: an inverted-U relationship. Quarterly Journal of Economics, volume 120, issue 2, p. 701-728.

ALBUQUERQUE, E da M. (1999). National systems os inovacion and non-OECD countries: notes about a rudimentary and tentative "typology". Brazilian Journal of Political Economy, volume 39, número 4 (76).

ANDERSEN, ES; LUNDVALL, BA (1997). National innovation systems and the dynamics of the division of labor. In: EDQUIST, C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. New York: Routledge, p. 242-265.

ARAÚJO (2006). 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, p.51-68.

AUDRETSCH, DB; LEHMANN, EE; WARNING, S (2005). University spillovers and new firm localion. Research Policy, volume 34, p. 1113-1122.

BECKER, GS (1962). Investment in human capital: a theoretical analysis. Journal of Political Economy, volume 70, number 5, part 2: Investments in human beings, p. 9-49.

BRESCHI, S; MALERBA, F (1997). Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boudaries. In: EDQUIST, C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. New York: Routledge, p. 130-156.

CARLSSON, B; JACOBSSON, S (1997). Diversity creation and technological systems: a technology policy perspective. In: EDQUIST, C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. New York: Routledge, p. 266-294.

CIMOLI, M; GIUSTA, M. (1998). 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.

COOKE, P (1992). Regional innovation systems: competitive regulation in the New Europe. Geoforum, volume 23, p. 365-382.

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

COOKE, P (2004). 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, p. 1-18.

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

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

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

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

HEIDENREICH, M (2004). The dilemas of regional innovation systems. In: COOKE, P; HEIDENREICH, M; BRACZYK, HJ. Regional innovation systems: the role of governance in globalized world. London: Routledge, p. 363-394.

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

IBGE (2005). PINTEC. Rio de Janeiro: IBGE.

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

KUPFER, D; ROCHA, F (2005). 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.

LEONCINI, R; MAGGIONI, MA; MONTRESOR, S (1996). Intersectoral innovation flows and national technological systems: network analysis for comparing Italy and Germany. Research Policy, volume 25, p. 415-430.

LUNDVALL, BA; JONSHON, B; ANDERSEN, ES; DALUM, B (2002). National systems of production, innovation and competence building. Research Policy, volume 31, issue 2, p. 213-231.

- MALERBA, F (2002). Sectoral systems of innovation and production. Research Policy, volume 31, p. 247-264.
- MINCER, J (1974). Progress in human capital analysis of the distribution of earnings. In: ATKINSON, AB. The personal distribution of incomes. London: Allen & Unwin.
- NEGRI, F de (2006). 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, p. 101-122.
- NEGRI, JA de; ARAÚJO, BCPO de. (2007). As empresas brasileiras e o comércio internacional. Brasília: IPEA.
- NEGRI, JA de; NEGRI, F de; COELHO, D (2006). Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA.
- NEGRI, JA de; SALERMO, MS (2005). Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA.
- NELSON, R (1993). National innovation systems: a comparative analysis. Oxford: Oxford.
- NELSON, RR; SAMPAT, BN (2001). Making sense of institutions as a factor shaping economic performance. Journal of Economic Behavior & Organization, volume 44, p. 31-54.
- NELSON, RR; NELSON, K (2002). Technology, institutions, and innovation system. Research Policy, volume 31, p.265-272.
- OCDE (2002). Dynamising national innovation systems. Paris: OECD.
- PAVITT, K (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research Policy, volume 13, p.343-373.
- PORTER, ME (1998). The competitive advantage of nations: with a new introduction. New York :Free Press.
- PROCHNICK, V; ARAÚJO, RD de (2005). In: NEGRI, JA de; SALERMO, MS. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA.
- SCHUMPETER, JA (1949). Economic theory and entrepreneurial history. In: RESEARCH CENTER IN ENTREPRENEURIAL HISTORY. Changes and the entrepreneur: postulates and patters of entrepreneurial history. Cambridge: Harvard University, p. 63-84.
- SCOTT, JT; MARTIN, S (2000). The nature of innovation market failure and the design of public suport for private innovation. Research Policy, volume 29, p. 437-447.
- SUZIGAN, W; FURTADO, J; GARCIA, R; SAMPAIO, S. (2004). Clusters ou sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas. Revista de Economia Política, volume 24, número 4 (96).
- TEECE, DJ; PISANO, G; SHUEN, A (1997). Dymanic capabilities and strategic management. Strategic Management Journal, volume 18, number 7, p. 509-533.