

# Inovação e Produtividade: Aspectos para uma Abordagem Intersetorial

Felipe Queiroz Silva<sup>1</sup>

## Resumo

O objetivo deste artigo é analisar a relação entre inovação e produtividade através de uma resenha da literatura teórica e empírica sobre o tema, focando, principalmente, nas metodologias de mensuração e causalidade dessas duas variáveis. Trata-se de uma abordagem em nível da firma e em nível setorial, com a proposição de demonstrar a importância do fluxo de tecnologia e das inovações de produto entre as empresas e entre os setores para perceber como esse processo resulta em ganhos de produtividade. Buscam-se também alguns dados sobre as variáveis de produtividade e inovação no Brasil.

**Palavras-chave:** Inovação, Produtividade, Fluxo de Tecnologia.

## Abstract

The aim of this paper is to analyze the relationship between innovation and productivity through a review of theoretical and empirical literature about this theme, focusing mainly on methodologies of measurement and causality of these two variables. The approach used is in the firm level and at the sector level, with the proposition to demonstrate the importance of the technology flow and product innovation between firms and between sectors to understand how this process results on productivity gains. This paper also shows some data about the productivity and innovation variables in Brazil.

**Keywords:** Innovation, Productivity, Technology Flow.

## 1. Introdução

O debate econômico sobre os determinantes da produtividade é antigo e ainda longe de se esgotar. Entre os vários estudos e fatores que tiveram essa finalidade, destaca-se, sobretudo, a questão da inovação. Utilizando a definição usual de uma função de produção, no qual o resultado (*output*) depende dos fatores de produção empregados (*inputs*), verifica-se que, quanto maior for a relação entre a quantidade produzida e os fatores utilizados, maior será a produtividade. Espera-se, assim, que quanto mais eficiente uma empresa conseguir empregar os seus fatores, mais produtiva a mesma será. Nesse caso, o aumento da produtividade é um dos objetivos centrais da firma, já que

---

<sup>1</sup>Doutorando em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: felipe.silva@ppge.ie.ufrj.br.

impacta os seus custos de produção, aumentando os lucros e a competitividade. A inovação, com o incremento de novas técnicas e novos produtos, seria um dos fatores essenciais para que esse processo ocorresse.

Tanto na prática quanto na teoria, o procedimento descrito no parágrafo anterior é mais complexo do que se pode supor. Primeiramente, não é tão simples mensurar inovação e produtividade. Numa definição schumpeteriana<sup>2</sup>, a inovação é tratada de forma ampla como novos produtos, novas técnicas, novas fontes de suprimentos e novos tipos de organizações. Nem sempre é possível perceber, dentro do escopo de uma firma, o complexo arranjo de fatores e determinantes do que seria uma inovação, e mais difícil ainda é mensurar, quantificar e comparar os efeitos da mesma não só numa organização, mas no conjunto de um mercado ou na economia como um todo. A mensuração da produtividade também é problemática, e pode diferir substancialmente dependendo da técnica empregada (produtividade do trabalho, produtividade total dos fatores) e das dificuldades de mensuração e separação dos fatores de produção, que também envolvem dotações intangíveis.

Na literatura econômica, pode-se afirmar que atualmente há um consenso dos autores de várias escolas de que existe de fato uma relação positiva entre inovação e produtividade (ou crescimento econômico). Porém, as formas, causas e hipóteses de como esse processo ocorre e as proposições normativas sobre a inovação podem variar substancialmente. Este aspecto teórico é fundamental por estabelecer não só as bases do objeto de estudo como também as técnicas e formas empíricas de trabalhos sobre o tema. A visão predominante da firma neoclássica como uma função de produção, por exemplo, encaminhou a análise empírica da inovação nesse mesmo sentido. O resultado vem sendo estudos que em sua maioria são insuficientes, pois não se dão conta da complexidade de todo o processo inovativo e das formas de como isso impacta não só uma mesma firma, mas também o seu mercado e outras atividades econômicas.

Analisando a inovação e seu impacto na produtividade como tema central, este trabalho busca fazer uma revisão da literatura teórica e empírica sobre o tema, focando, principalmente, nas metodologias de mensuração e causalidade dessas duas variáveis. Trata-se mais de uma abordagem em nível da firma e em nível setorial, com a proposição de demonstrar a importância do fluxo de tecnologia entre as empresas e entre os setores para perceber como esse processo resulta em ganhos de produtividade. Apesar de usar algumas referências, não se pretende aqui se debruçar exaustivamente no desenvolvimento teórico e empírico da pesquisa macroeconômica e do crescimento econômico sobre o tema, e nem numa exaustiva abordagem dos determinantes da inovação, mas sim centrado na relação desta última especificamente sobre a produtividade.

Incluindo esta introdução, o artigo está dividido em cinco seções. Na segunda seção, pretende-se mostrar a abordagem teórica e empírica sobre o tema, evidenciando alguns resultados

---

<sup>2</sup> Schumpeter (1984).

gerais e o problema de pesquisa. Depois, na terceira seção, busca-se fazer algumas considerações microeconômicas sobre as relações interfirmas e das relações intersetoriais referentes à inovação. Na quarta seção, levantam-se alguns dados referentes ao perfil inovativo e do desempenho produtivo das empresas brasileiras nos últimos anos, seguido, finalmente, pelas considerações finais na seção final.

## 2. Inovação e Produtividade

A relação entre inovação (ou progresso técnico) e produtividade (ou crescimento econômico) é tautológica e, muitas vezes, dispensa maiores considerações. O advento de novos produtos e novas técnicas diminuem os custos de produção, o que resultará em um maior desempenho produtivo. Porém, a simplicidade da relação pode esconder implicações importantes ao se tratar o tema. Nessa seção, alguns aspectos teóricos e a abordagem empírica comumente utilizada na literatura, principalmente na escola neoclássica, serão analisados com a finalidade de levantar as hipóteses consideradas e o atual estágio de pesquisa.

### 2.1. Aspectos Teóricos

O estudo da relação entre inovação e produtividade claramente se confunde com o programa de pesquisa das teorias do crescimento econômico. Desde Solow (1957), o progresso tecnológico vem sendo destacado pela economia *mainstream* como o principal fator responsável pelo crescimento econômico agregado. Utilizando a abordagem de uma função de produção típica neoclássica, Solow chegou a conclusão de que quase 90% do crescimento econômico dos Estados Unidos no pós-guerra foi resultado da combinação de novos recursos, ao invés do simples acréscimos de mais recursos existentes. Essa abordagem é representada pela equação (1):

$$Q = A(t) f(X) \quad (1)$$

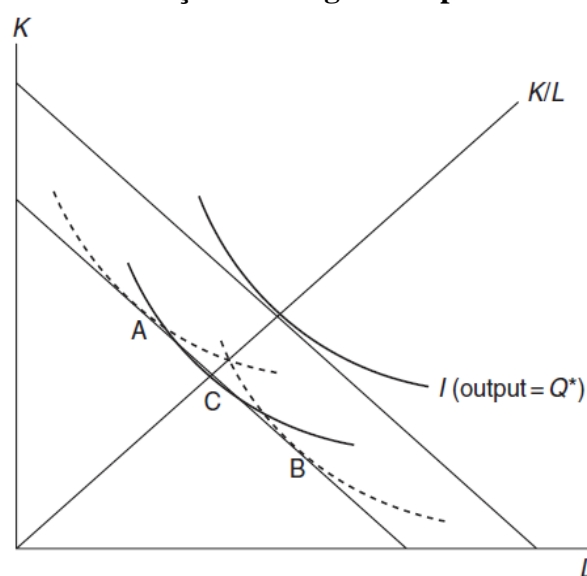
Onde  $Q$  é o produto (*output*),  $X$  é um vetor de  $n$  *inputs* ( $x_1, \dots, x_n$ ),  $A$  é considerado um fator de deslocamento que capta o nível de eficiência no processo de produção e  $t$  é um índice de tempo. Dado a equação (1), a produtividade da relação entre todos os fatores de produção e o produto, denominado como produtividade total dos fatores (PTF), pode ser obtida através de um simples rearranjo dos termos representado pela equação (2):

$$PTF = A(t) = Q/f(X) \quad (2)$$

Na literatura econômica, geralmente se utiliza dois fatores principais de produção (capital e trabalho) em uma função do tipo Cobb-Douglas com hipóteses simplificadoras fortes comuns da teoria neoclássica. Entre essas hipóteses, consideram-se retornos constantes de escala; estrutura de mercado sob competição perfeita; ausência de externalidades (seja da própria tecnologia ou de qualquer outro fator); e, principalmente, a hipótese de que a mudança tecnológica (inovação) é exógena ao modelo. Dessa maneira, a inovação é tratada como um bem público acessível a qualquer firma.

Uma fundamentação microeconômica comumente utilizada ao retratar o impacto da mudança tecnológica sobre a função de produção de uma firma é conhecida na literatura por um esquema de classificação poupadora de fatores (LINK; SIEGEL, 2003). Isso acontece através dos deslocamentos das funções de produção (isoquantas) para a origem em um gráfico que considera o capital (K) e o trabalho (L) como insumos. Esse esquema está representado na Figura 1, no qual uma mudança tecnológica poupadora de trabalho desloca a curva de isoquanta (I) e produto (Q) para o ponto A, enquanto uma mudança poupadora de capital desloca a curva para o ponto B e uma mudança tecnológica neutra desloca a curva I para o ponto C. O salto tecnológico altera a eficiência da produção com a utilização de menos trabalho e/ou menos capital, o que diminui os custos e aumenta a produtividade. Nesse esquema é assumido implicitamente que a tecnologia leva a mudanças no processo de produção (novas técnicas), ao invés do acréscimo de novos produtos, já que estes últimos seriam incompatíveis com as hipóteses neoclássicas destacadas no parágrafo anterior<sup>3</sup>.

**Figura 1 – Mudança Tecnológica Poupadora de Fatores**



Fonte: Link e Siegel (2003).

<sup>3</sup> A incompatibilização da inovação de produto no modelo neoclássico é abordada na seção 3.

Apesar do reconhecimento da teoria neoclássica de que a mudança tecnológica é o fator fundamental para explicar o crescimento da produtividade, claramente suas hipóteses simplificadoras restringiram a complexidade do processo inovativo. Muito dessas simplificações foram superadas pela nova teoria do crescimento endógeno<sup>4</sup>, que passou a reconhecer o caráter endógeno cumulativo da inovação, além de reconhecer mercados imperfeitos e retornos crescentes de escala. Porém, a ideia de equilíbrio e da inovação de processo como poupadora de custos no formato de uma função de produção ainda persiste.

Muitos autores da nova teoria do crescimento endógeno se referem a Schumpeter (1984) ao abordar o processo de destruição criadora gerada pela inovação introduzida pelas empresas, mas não levam em consideração o contínuo desequilíbrio causado pelos novos produtos e novos mercados. Para Schumpeter, aplicações redutoras de custos levam apenas a novos arranjos de bens existentes, enquanto que o mais importante são os novos produtos, com novas qualidades.

Rosenberg (2006), na sua tentativa de abrir a “caixa-preta” do processo de inovação, observa que as altas taxas de crescimento agregado em pontos históricos das economias industrializadas têm sido reflexo de mudanças contínuas na composição do setor industrial e de seus novos produtos. O crescimento advindo do impacto da redução de custos das inovações técnicas experimentados por alguns setores industriais foi desacelerando em alguns momentos. Isso se deve a elasticidade-renda e elasticidade-preço de longo prazo da demanda serem normalmente baixas para bens de consumo antigos, o que faz com que as inovações redutoras de custos proporcionem um impacto agregativo relativamente pequeno. Dessa forma, o crescimento rápido contínuo requer mais o desenvolvimento de novos produtos e de novos setores industriais do que apenas inovações de processo redutoras de custos.

Essa diferenciação entre inovação de processo e inovação de produto apresenta questões importantes não só na delimitação de um corpo teórico, mas também apresenta pontos importantes ao se analisar empiricamente a relação entre inovação e produtividade, principalmente quando se leva em consideração o fluxo tecnológico entre as firmas e entre os setores industriais. Esses aspectos para uma abordagem empírica são levantados na próxima seção.

## **2.2. Abordagem Empírica**

A análise empírica da relação causal entre inovação e produtividade tem como principal precursor os trabalhos de Zvi Griliches, nos quais são centrados numa abordagem econométrica de estimação da função de produção da firma. Em um artigo seminal, Griliches (1976) faz uma análise de alguns trabalhos sobre o tema e delimita as bases metodológicas para a sua abordagem, que

---

<sup>4</sup> Ver, por exemplo, Aghion e Howitt (1998) e Link e Siegel (2003).

influenciou a maioria dos estudos posteriores. O autor criou o conceito de estoque de conhecimento da firma, que assim como os fatores de capital e trabalho da função do tipo Cobb-Douglas, entraria como um *input* de produção. Esse fator de estoque de conhecimento tinha como variável *proxy* principal o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) da firma. Dessa forma, Griliches (1976) buscava se afastar das análises de estudos de caso com a finalidade de se concentrar numa abordagem mais geral do impacto da P&D sobre a produtividade total dos fatores.

Mais recentemente, com a maior disponibilidade de microdados a partir de *surveys* de inovação por parte de institutos de pesquisa com base no Manual de Oslo (OCDE, 2005), cresceu bastante o número de estudos que aplicassem os conceitos de Griliches (1976) de forma mais aprofundada. Um modelo bastante citado e replicado em outros trabalhos é o do Crépon, Duguet e Mairesse (1998). As implicações dos autores ficaram conhecidas na literatura como Modelo CDM e possuem a principal característica de inserir a hipótese de que a inovação propriamente dita é um processo intermediário entre a decisão e a intensidade de se investir em P&D e o resultado da produtividade. Dessa maneira, os autores supõem que nem todo esforço inovativo se concretizará de fato no lançamento de inovações bem-sucedidas, podendo isso depender de vários fatores como estrutura de mercado, tipo de canais de informações ou aporte financeiro de programas do governo, por exemplo.

Outra característica marcante do modelo é a estrutura de estimações em etapas, bem como técnicas mais robustas com a finalidade de evitar o problema de endogeneidade entre as variáveis de P&D, inovação e produtividade. Essa característica é importante, pois muitos trabalhos anteriores possuíam sérios problemas de robustez, já que não se preocupavam em resolver o problema causal da seguinte pergunta: são as empresas inovadoras que possuem maiores níveis de produtividade ou são as firmas mais produtivas que inovavam? Dessa forma, usos de técnicas a partir de modelos de seleção e do uso de variáveis instrumentais foram o foco dessa abordagem.

Algumas evidências empíricas que utilizaram o modelo CDM foram compiladas e revisadas de forma analítica por Hall (2011). Entre as principais conclusões da autora estão os fatos de que há uma substancial evidência de um impacto positivo da inovação de produto sobre a produtividade e de que a relação desta última com a inovação de processo é ambígua e geralmente negativo. Esse resultado é surpreendente, já que a maioria dos enfoques teóricos da inovação recai justamente por este tipo de mudança técnica. Para a abordagem neoclássica discutido na seção anterior, o aumento da produtividade surge justamente do corte de custos através de técnicas de produção mais eficientes, que deslocarão a função de produção para um nível em que se produza mais com a mesma quantidade de fatores. As inovações de produto tão destacadas por Schumpeter (1984) são ignoradas e o processo evolucionário de destruição criativa em uma abordagem dinâmica não é levada em conta.

Hall (2011) acredita que esse resultado pode acontecer por duas razões: i) a firma típica desfruta algum poder de mercado e opera na parte inelástica da curva de demanda, desta maneira, a produtividade da receita cai quando a empresa se torna mais eficiente. Para a autora, é difícil medir o efeito real da quantidade de inovação de processo para o bem-estar social, sendo somente possível medir o efeito da receita real, que combina o impacto da inovação tanto na quantidade quanto no preço (aumenta a habilidade da firma de auferir renda de seus *inputs*); ii) há problemas de mensuração da inovação, que não consegue captar o real efeito da inovação de processo quando colocada junto a inovação de produto.

Todas as análises empíricas destacadas nos parágrafos anteriores partiram da definição de firma através de uma função de produção destacado por Griliches (1976). Apesar dos avanços em enfocarem a inovação como determinante principal para o crescimento da produtividade e de novas técnicas econométricas mais robustas e inclusão de variáveis que buscassem incorporar o ambiente competitivo da empresa, a abordagem se limita por não expandir a importância das relações fora da firma no processo inovativo.

Scherer (1982a, 1982b) percebeu que os estudos empíricos entre inovação e produtividade focavam apenas no impacto da introdução de uma inovação por uma empresa *i* sobre a produtividade desta mesma empresa *i*, quando o importante a ser testado é o impacto da inovação desta firma *i* para o desempenho da produtividade de uma firma *j*, por exemplo. O autor testou essa hipótese empiricamente através de uma análise ampla de matriz de patentes e verificou que 75% das inovações introduzidas nos EUA entre 1964 e 1978 eram de produtos especialmente voltados para outras firmas. Desta maneira, o efeito mais importante é na relação entre empresas produtoras de novos produtos e empresas usuárias dessas inovações, no qual a inovação é essencialmente de produto, mas utilizada como um novo processo produtivo por outras firmas.

Scherer (1982b) salienta que a ideia do arcabouço do fluxo de tecnologia entre empresas foi primeiramente proposta por Jacob Schmookler a partir de uma extensão da análise de insumo-produto de Leontief, no qual se delimita uma matriz de relações e trocas de tecnologias entre indústrias originárias e usuárias de tecnologia. A razão de firmas usuárias se aproveitarem mais dos ganhos de rendas da introdução de uma inovação do que as firmas fornecedoras foi também percebido pelo próprio Griliches (1976), que inseriu o conceito de *rent-spillover*. Para este, as firmas fornecedoras, sob pressão competitiva, geralmente não são capazes de aumentarem os seus preços de acordo com as melhorias qualitativas de seus produtos. Assim, a razão qualidade/preço geralmente aumenta, levando a ganhos de *spillover* para as firmas que utilizam o produto intermediário ou o bem de capital. Outro conceito de *spillover* levantado pelo autor e de maior dificuldade de mensuração é o *knowledge-spillover*, que seria induzido pelo conhecimento incorporado.

Alguns estudos que utilizaram a proposta apresentada por Scherer também confirmaram a evidência do fluxo de tecnologia como fator essencial para explicar os ganhos de produtividade. Entre estes trabalhos, encontram-se os de Griliches e Lichtenberg (1984) que também utilizaram amostra de firmas dos EUA, Geroski (1991) para firmas do Reino Unido e Hanel (1994) para firmas do Canadá. O próprio Scherer (2003) revisitou o seu trabalho inicial utilizando uma técnica mais ampla de insumo-produto menos exaustiva do que a minuciosa análise de patentes e chegou às mesmas conclusões. Já outros autores como Verspagen (1996) procuraram incorporar o *knowledge-spillover* em suas análises de insumo-produto com a utilização de variáveis como distância tecnológica e geográfica. Algumas considerações microeconômicas sobre essa abordagem intersetorial entre inovação e produtividade serão discutidas na próxima seção.

### **3. Considerações Microeconômicas**

As abordagens teóricas e empíricas da relação entre inovação e produtividade discutidas na seção anterior deixam algumas lacunas não explícitas do processo de inovação. Nesse contexto, a diferenciação entre inovação de processo redutora de custo da visão neoclássica e inovação de produto de constantes desequilíbrios da visão schumpeteriana podem ser melhores compreendidas ao se analisar as relações interfirmas e, de forma mais abrangente, as relações intersetoriais. Esses dois enfoques sobre as trocas tecnológicas realizadas entre as empresas e entre os setores e o consequente ganho de produtividade na economia como um todo serão abordados nessa seção.

#### **3.1. Relações Interfirmas**

Considerando as hipóteses de maximização dos lucros, da utilidade marginal e dos fluxos de informação completa entre os agentes econômicos na teoria microeconômica neoclássica, as trocas de mercadorias são sinalizadas pelo mercado através dos preços. Em um regime de competição perfeita, estruturas monopolísticas e relações complexas entre clientes são consideradas falhas de mercados do estado ideal. Os preços são sinalizações suficientes para a alocação dos recursos disponíveis. Numa crítica a esse arcabouço teórico tradicional, Lundvall (1988) elabora alguns novos microfundamentos tendo como característica principal a interação entre firmas fornecedoras e usuárias de tecnologia, ou seja, entre aquelas que inovam e geram novos produtos e aquelas que compram e utilizam esses novos produtos em seus próprio processo produtivo.

A microeconomia proposta por Lundvall (1988) faz parte de um arcabouço teórico neo-schumpeteriano e evolucionário da firma em que a característica principal é a mudança estrutural causada pela inovação. Segundo o autor, enquanto a microeconomia neoclássica tende a se focar



nas decisões através de um conjunto completo de informações, uma abordagem mais complexa seria necessária, no qual o foco passaria a ser o processo de aprendizagem, que permanentemente transforma o conjunto de informações disponíveis pelos agentes. Outros pontos levantados são de que a alocação ótima de recursos e a visão atomística da economia não são condizentes com o processo inovativo, sendo mais crível uma visão sobre as capacitações de uma economia em produzir e difundir valores de uso com novas características, além da percepção de uma interdependência sistêmica entre os agentes.

Dessa maneira, focando-se nas relações de trocas entre os agentes, Lundvall (1988) destaca a importância da inovação de produto para uma visão econômica da firma. Se uma economia é caracterizada por divisões de trabalho verticais e atividades inovativas onipresentes, é de se supor que uma parte substancial de todas as atividades inovativas está dirigida às firmas usuárias, que estão fora das unidades de inovação. Essa característica faz surgir o problema da informação mútua entre as firmas produtoras e usuárias separadas pelo mercado. Devido ao caráter incerto da inovação, em que os produtores não possuem nenhuma informação sobre as necessidades dos potenciais usuários e os usuários não possuem nenhum conhecimento sobre as características do valor de uso dos novos produtos, seria coerente afirmar que a inovação de produto é incompatível com a visão do mercado perfeito neoclássico. As inovações não estão disponíveis sem custos para todas as empresas e a racionalidade limitada entre os agentes impede que algo tão incerto quanto à tecnologia seja simplesmente sinalizado via preço.

Lundvall (1988) destaca que uma visão de teoria da firma alternativa e que lida com informação incompleta entre os agentes seria a dos custos de transação apresentada por Williamson (1975). Esta teoria pontua que mercados caracterizados com poucas firmas, incerteza, racionalidade limitada e comportamentos oportunistas tendem a se integrarem verticalmente, já que esses atributos observados se constituem em custos de transação elevados. Lundvall (1988) contrasta essa observação ao considerar a inovação de produto como objeto principal proposto. Para o autor, o mercado de inovações de produto frequentemente envolve incerteza em ambos os lados da transação, mas essa incerteza surge não das condições externas da transação, mas das mudanças qualitativas da mercadoria em si. Dessa maneira, a visão de Williamson (1975) não mudaria muito da visão neoclássica, no qual também consideraria a inovação de produto como algo excepcional, já que se espera que a empresa se internalize através da integração vertical. Porém, há de reconhecer que a teoria dos custos de transação revela alguns conceitos interessantes para a análise da troca de inovações entre as empresas, como a questão da incerteza e do oportunismo.

Partindo da análise iniciada nos parágrafos anteriores e das evidências do fluxo de tecnologia apontado por Scherer (1982a), Lundvall (1988) propõe a ideia de um mercado organizado, no qual a relativa eficiência do sistema capitalista em termos do comportamento

inovativo somente pode ser explicada pelo fato de que a “mão invisível” da concorrência perfeita tem sido substituída por formas bastardas que combinem elementos organizacionais e do próprio mercado. Assim, um mercado organizado é caracterizado por transações entre unidades formalmente independentes e por um fluxo de informações sobre a quantidade e o preço. Segundo o autor, essas relações também envolvem o fluxo de informações qualitativas e a cooperação direta. No entanto, deve-se salientar que esse formato também envolve o domínio de uma parte da transação sobre a outra, refletindo as competências científicas e técnicas e o poder financeiro (LUNDVALL, 1988).

Posto as ideias iniciais de Lundvall (1988), o autor relaciona diversas formas de interação entre as firmas usuárias e produtoras. Os produtores, por exemplo, terão grande incentivo em monitorar o que está acontecendo nas unidades usuárias, sobre novas demandas, capacidades de absorção de novos produtos e os conhecimentos de *learning-by-using* gerados. Essas características induzem a cooperação direta através de treinamentos, manutenção e busca de solução de problemas no desenvolvimento de equipamentos especializados entre os agentes. Por outro lado, essas relações também podem levar a comportamentos oportunistas devido à incerteza intrínseca do próprio processo inovativo. Outra característica relevante são os canais de informação, no qual atributos do conhecimento tácito são importantes para o sucesso da inovação, bem como o tipo da indústria e do produto determinarão a intensidade desses fatores.

Por fim, vale ressaltar as considerações de Dosi (2006) sobre a difusão como um processo inovador em que a imitação e a transferência de tecnologia estão associadas às trajetórias tecnológicas. Esse processo ocorre devido às mudanças e aperfeiçoamentos incrementais entre as relações de empresas fornecedoras e usuárias comentadas no parágrafo anterior. As trocas de informações, capacitações, demandas e adequações entre as firmas sobre os novos produtos formam trajetórias que definem o progresso de determinada tecnologia. Nesse sentido, Dosi (2006) critica alguns modelos de difusão que não consideram a questão dos aperfeiçoamentos adicionais pela relação entre os agentes e de que a difusão pelo lado da demanda não se resume a simples decisão de aquisição, devendo considerar os *feedbacks* positivos inseridos numa trajetória tecnológica. As cadeias de inovações, em diferentes setores interligados, podem tender a reforçar círculos virtuosos, afetando tanto níveis tecnológicos setoriais, como suas taxas de crescimento da produtividade.

### **3.2. Relações Intersetoriais**

Dado as bases microeconômicas do fluxo de tecnologia (inovação de produto) entre firmas usuárias e produtoras, pode-se aferir alguns padrões inter-setoriais quando se coloca a tecnologia como critério principal. As especificidades setoriais podem condicionar formas e dimensões

distintas da interação entre os agentes. Essas relações podem variar de acordo com as características técnicas intrínsecas ao setor de atividade em que a firma atua e de acordo com as inter-relações entre essas mesmas firmas e os seus fornecedores e clientes.

A questão dos padrões inter-setoriais foi discutida de forma pioneira por Pavitt (1984), que teve como objetivo principal encontrar padrões setoriais associados às trajetórias tecnológicas. Para isso, o autor utilizou os critérios de fontes de tecnologia empregadas (externas ou internas), de quais eram as necessidades dos usuários e as formas de apropriabilidade. Numa extensa base de dados, Pavitt (1984) chegou na elaboração de uma taxonomia em quatro grupos de indústrias: i) dominados por fornecedores, ii) intensivos em escala, iii) fornecedores especializados, e iv) baseados em ciência. Mais do que elaborar uma taxonomia, o autor também se referia ao fluxo de tecnologia entre esses grupos. Assim, a evidência empírica sugeria que setores dominados por fornecedores identificados geralmente como os da agricultura e da manufatura tradicional dependiam das difusões técnicas superiores de outros grupos, como os intensivos em escala (bens de consumo duráveis, produtos intermediários), fornecedores especializados (maquinaria, instrumentos) e baseados em ciência (eletrônico, química).

Essa dependência tecnológica de setores dominados por fornecedores também foi destacado por Santarelli e Sterlacchini (1994) em um trabalho empírico. Para os autores, setores tradicionais (como as indústrias de alimento, têxtil, vestuário, calçados e móveis) possuem baixo nível de capacitação inovativa, no qual a maior fonte de inovação de suas empresas reside na compra de novas máquinas. Assim, a razão P&D externo/P&D interno é maior nesses setores. Porém, mesmo evidenciando esse resultado geral, os autores também perceberam que há diferenças entre indústrias e firmas na qualidade da inovação incorporada no novo bem de capital. Essas diferenças dependem de fatores específicos intrínsecos da firma (tamanho, capacitação) e da indústria, marcado principalmente pelas características gerais do produto, afetando o potencial para a introdução de inovações de processo nas fases de concepção e produção.

Dessa maneira, os resultados apresentados por Santarelli e Sterlacchini (1994) estão de acordo com as ideias de capacidade de absorção introduzidas por Cohen e Levinthal (1989). Segundo estes, o ato de fazer P&D produz dois resultados: i) nova informação; e ii) aumenta a habilidade da firma de assimilar e explorar a informação existente. Logo, o conceito de capacitação tecnológica também deve incluir a capacidade de absorver fontes de informações externas. Mesmo firmas dominadas por fornecedores ou de setores tradicionais conseguirão possuir um desempenho melhor (produtividade) se possuírem e investirem em capacitações e atividades inovativas.

A análise da firma sob a ótica da inovação em um complexo arranjo de relações com agentes externos se torna decisivo para a interpretação dos resultados das evidências empíricas levantadas na segunda seção. Nesse acaso, a inovação de produto de uma firma ou setor para outra

firma ou outro setor é o elemento chave para buscar compreender os ganhos de produtividade, o que é incompatível com uma análise neoclássica em que a função de produção seja incapaz de captar os ganhos relacionados ao fluxo de tecnologia.

Alguns dados sobre o processo inovativo e o desempenho produtivo das empresas brasileiras nos últimos anos serão apresentados na próxima seção com a finalidade de levantar algumas implicações gerais sobre a abordagem intersetorial da relação entre inovação e produtividade, bem como levantar algumas implicações e considerações sobre o tema.

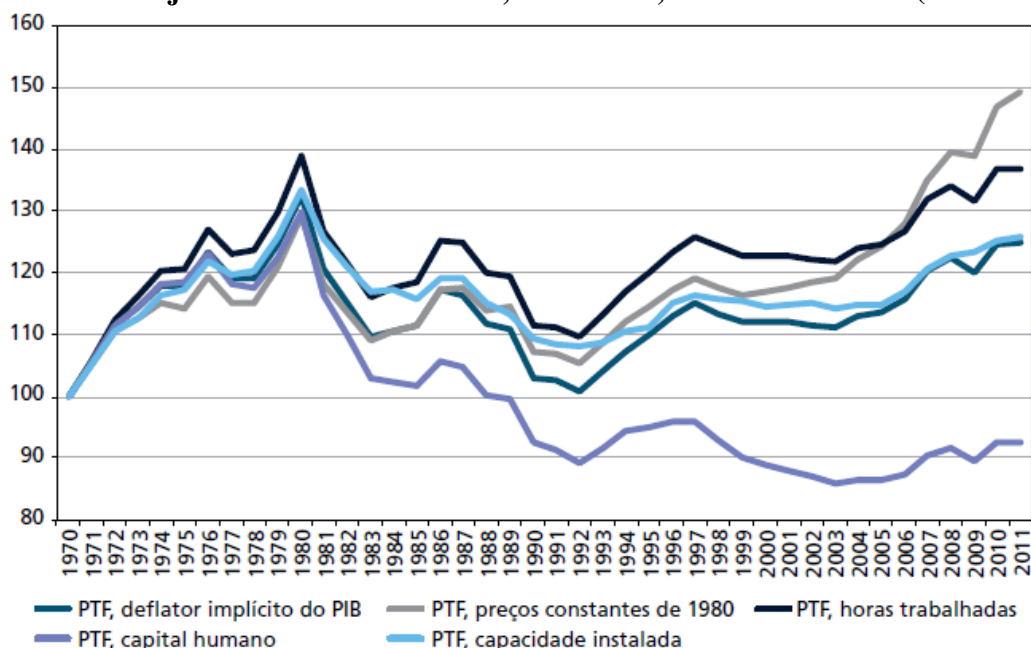
#### **4. Inovação e Produtividade no Brasil**

Num relatório sobre produtividade no Brasil recentemente lançado pelo Ipea (2014), destaca-se que o país passa por um momento de redução da velocidade do crescimento da produtividade e que a retomada de um crescimento mais robusto passa justamente por ganhos de eficiência e melhores desempenhos produtivos. O relatório trás alguns dados interessantes sobre a evolução da produtividade no Brasil em alguns setores da atividade econômica.

Em dados agregados, percebe-se, através do Gráfico 1, que a trajetória da produtividade total dos fatores medida de várias formas<sup>5</sup> mostra pouco crescimento entre 1970 e 2011. Segundo análise de Ellery Jr. (2014), a trajetória da PTF consiste em crescimento na primeira metade da década de 1970, queda na década de 1980 e uma recuperação iniciada da década de 1990, que foi insuficiente para recuperar as perdas da década de 1980. Verifica-se também um crescimento lento da produtividade nos anos 2000, mas com tendências de queda após os anos 2010. O que se conclui é que mesmo com uma abertura comercial e financeira evidenciado na década de 1990, o empresariado brasileiro não conseguiu absorver de forma mais eficiente às transferências de tecnologias de outros países. Não é do escopo deste trabalho discutir as causas macroeconômicas e medidas de políticas industriais que possam esclarecer esse movimento, o que interessa perceber é que no geral as firmas brasileiras continuaram pouco competitivas, com baixos níveis de produtividade e com baixo perfil inovador como será mostrado adiante.

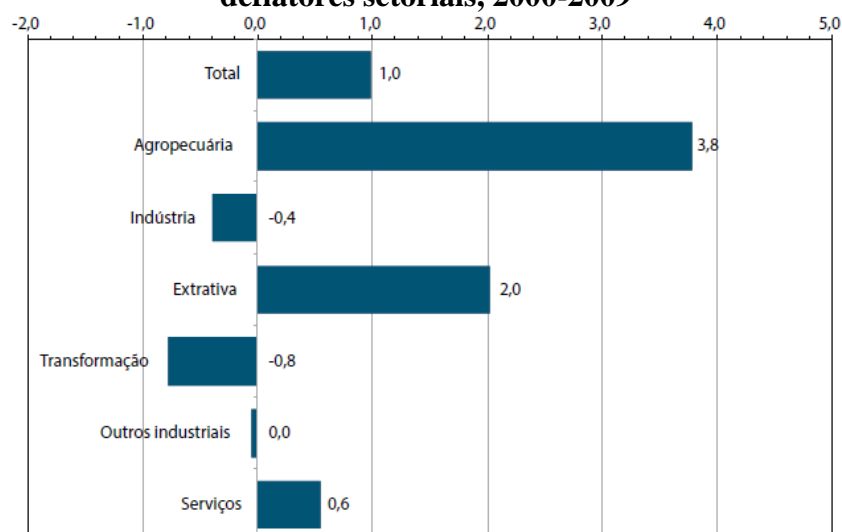
---

<sup>5</sup> Ellery Jr. (2014) utiliza cinco medidas de produtividade total dos fatores: i) com deflator implícito do PIB; ii) com preços constantes de 1980; iii) utilizando horas trabalhadas ao invés do número de pessoal ocupado; iv) com a utilização do fator de capital humano; e v) com ajuste para utilização de capacidade instalada. Apesar das diferenças nos valores (principalmente quando é utilizado um novo fator como o capital humano, reduzindo o resíduo e consequentemente o valor da PTF), o importante a ser destacado é que o movimento é basicamente o mesmo para os cinco indicadores.

**Gráfico 1 – Trajetória da PTF no Brasil, 1970-2011, diversas medidas (1970 = 100)**

Fonte: Ellery Jr. (2014).

Numa análise da produtividade do trabalho usando deflatores setoriais entre 2000 e 2009, Squeff (2012) mostra, através do Gráfico 2, que a produtividade da economia total neste período cresceu 1%. Porém, quando estratificado em alguns setores, percebe-se que enquanto a agricultura e a indústria extrativa cresceram, respectivamente, 3,8% e 2%, a produtividade da indústria da transformação teve uma redução de 0,8%. Numa comparação internacional, Miguez e Moraes (2014) mostram que mesmo o forte crescimento da agricultura não foi suficiente para diminuir a diferença com o crescimento da produtividade de outros países mais produtivos, havendo um ganho comparativo apenas com a indústria extrativa entre 2000 e 2009.

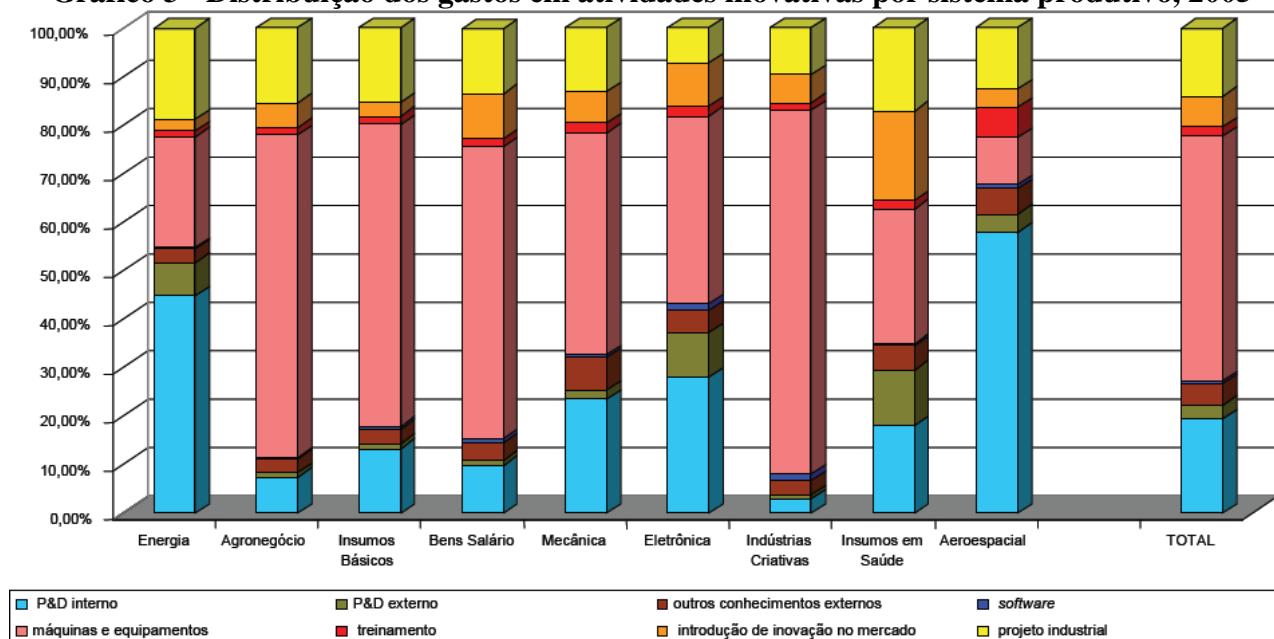
**Gráfico 2 – Taxas médias anuais de crescimento da produtividade do trabalho usando deflatores setoriais, 2000-2009**

Fonte: Squeff (2013), através das Contas Nacionais.

O trabalho do Ipea (2014) não busca fazer uma comparação com a inovação e nem levantar os determinantes gerais da produtividade, mas analisando dados da Pintec (2011), é possível perceber que entre 2000 e 2011 a quantidade de empresas inovadoras passou de 31,5% para 35,6% do total de firmas industriais, enquanto que o número de empresas que investiram em P&D não passou de 1% nesse período. Dessa forma, conclui-se que não apenas poucas empresas do Brasil inovam e investem em inovação como em 10 anos o crescimento ficou praticamente estagnado.

Por fim, numa análise da distribuição dos gastos em atividades inovativas por setores industriais, Avellar *et al.* (2012) com dados da Pintec mostram que o padrão setorial determina o tipo de atividade inovativa empregada. Enquanto setores menos intensivos em tecnologia e dominado por fornecedores como o agronegócio e a manufatura tradicional investem muito pouco em P&D interno e utilizam como principal atividade a compra de máquinas e equipamentos, as indústrias mais intensivas em tecnologia e baseadas em ciências como a eletrônica, insumos de saúde e aeroespacial gastam uma proporção muito maior em P&D.

**Gráfico 3 - Distribuição dos gastos em atividades inovativas por sistema produtivo, 2005**



Fonte: Avellar *et al.* (2012), através da Pintec/IBGE.

Essas evidências de dados no Brasil estão de acordo com o tipo de análise proposta nesse trabalho. Primeiro, percebe-se um baixo crescimento tanto da produtividade quanto da inovação nos últimos anos no Brasil. Segundo, setores menos intensivos em tecnologia como a agricultura e a indústria extrativa foram os que possuíram os maiores níveis de crescimento da produtividade, porém, são os que menos investem em P&D e utilizam como atividade inovativa principal a compra de máquinas e equipamentos. Não se pode auferir nenhuma conclusão causal na análise desses

trabalhos, mas as evidências sugerem que o crescimento verificado nesses setores específicos se deve a inovações (compra de bens de capital) de outros setores da manufatura que desempenharam um crescimento menor da produtividade, ou seja, um aumento da eficiência pela modernização do processo produtivo.

## 5. Considerações Finais

A primeira vista, a relação entre inovação e produtividade parece estar superada no debate econômico. Parece óbvio que o avanço tecnológico aumenta a eficiência do processo produtivo, e de fato aumenta. Porém, a fraca constatação desse fenômeno verificada nos estudos empíricos sugere que o processo é mais complexo e de que muitas abordagens teóricas não são suficientes para explicar a realidade. O forte enfoque teórico nas inovações de processo redutoras de custo acabou desviando a atenção para uma abordagem que considere as inovações de produto e o fluxo tecnológico entre as firmas e entre os setores.

As aplicações de Scherer de uma matriz de fluxo de tecnologia entre empresas e entre setores industriais parece ser o caminho mais razoável para analisar a relação entre inovação e produtividade. Trata-se não apenas de um fato estilizado do capitalismo industrial atual, mas também de uma convergência com a teoria schumpeteriana e neo-schumpeteriana em que o foco principal seja a introdução de novos produtos como propulsor do crescimento econômico, com a destruição criativa de fato, e não apenas uma maior eficiência causada por novos processos.

Dado essas constatações teóricas e empíricas, fica evidente a necessidade de uma análise do fluxo de tecnologia intersetorial para buscar compreender as relações entre o processo inovativo e a produtividade no Brasil. Esse tipo de análise é fundamental para sugerir implicações sobre políticas públicas, já que as características setoriais, em termos de externalidades positivas, cumulatividade e sinergias são fundamentais para determinar o desempenho das firmas. Dessa forma, uma política tecnológica deve compreender a complexidade dos fluxos de tecnologia entre as firmas e entre os setores usuários e produtores.

## Referências

AGHION, P.; HOWITT, P. **Endogenous Growth Theory**. Cambridge: The MIT Press, 1998.

AVELLAR, A. P. M.; BRITTO, J.; STALLIVIERI, F. Capacitação Inovativa e Produtividade na Indústria Brasileira: evidências da diversidade intersetorial. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 2 (45), p. 301-343, 2012.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, 1989.

GEROSKI, P. Innovation and the Sectoral Sources of UK Productivity Growth, **Economic Journal**, 101, 1438-1451, 1991.

CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. **Economics of innovation and new technology**, v. 7, n. 2, p. 115-158, 1998.

DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial**: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas: Editora Unicamp, 2006.

GRILICHES, Z. ; LICHTENBERG, F. Inter-industry technology flows and productivity growth. **Review of Economics and Statistics**, v. 66, pp. 324-9, 1984.

GRILICHES, Z. Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth. **Bell Journal of Economics**, v. 10, n. 1, p. 92-116, 1979.

ELLERY JR, R. Desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores. In. DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: Volume 1 – Desempenho. Brasília: ABDI, IPEA, 2014.

HALL, B. H. Innovation and productivity. **NBER Working Paper Series**, n. 17178, 2011.

HANEL, P. Interindustry flows of technology: an analysis of the Canadian patent matrix and input-output matrix for 1978-1989. **Technovation**, v. 14, n. 8, p. 529-548, 1994.

IPEA. **Produtividade no Brasil**: Volume 1 – Desempenho, Brasília: ABDI, IPEA, 2014.

LINK, A. N.; SIEGEL, D. S. **Technological Change and Economic Performance**. London: Routledge, 2003.

LUNDVALL, B. A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter, 1988.

MIGUEZ, T.; MORAES, T. Produtividade do trabalho e mudança estrutural: uma comparação internacional com base no world input-output database (WIOD) 1995-2009. In. DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: Volume 1 – Desempenho. Brasília: ABDI, IPEA, 2014.

OCDE. **Oslo Manual**: guidelines for collecting and interpreting innovation data. Paris: OCDE, 2005.

PAVITT, K. Sectorial Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

PINTEC. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2011**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2014.



SANTARELLI, E.; STERLACCHINI, A. Embodied Technological Change in Supplier Dominated Firms, **Empirica**, v. 21, pp. 313-327, 1994.

SCHERER, F. M. Technology Flows Matrix Estimation Revisited, **Economic Systems Research**, v. 15, n 3, 2003.

SCHERER, F. M. Inter-industry technology flows and productivity growth, **Review of Economics and Statistics**, v. 64, pp. 627-634, 1982b.

SCHERER, F. M. Inter-Industry Technology Flows in the United States, **Research Policy**, 11, 227-245, 1982a.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. **The Review of Economics and Statistics**. v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.

SQUEFF, G. C. **Desindustrialização**: luzes e sombras no debate brasileiro. Brasília: Ipea, jun. 2012. Texto para Discussão, n. 1.747.

VERSPAGEN, B. Measuring Intersectoral Spillovers: Estimates from the European and US patent Office Databases, **Economic Systems Research**, 9(1), 47-66, 1997.

WILLIAMSON, O. E., **Markets and Hierarchies**: Analysis and Antitrust Implications. New York: Macmillan, 1975.