

ANDEARA LASMAR RESENDE

**REGIMES TECNOLÓGICOS E POLÍTICAS DE INCENTIVO À  
INOVAÇÃO NO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R433r  
2015 Resende, Andeara Lasmar, 1988-  
Regimes tecnológicos e políticas de incentivo à inovação no  
Brasil / Andeara Lasmar Resende. – Viçosa, MG, 2015.  
vii, 68f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Evaldo Henrique da Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 51-58.

1. Inovação tecnológica. 2. Pesquisa industrial.  
3. Desenvolvimento econômico. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Economia. Programa de Pós-graduação  
em Economia. II. Título.

CDD 22. ed. 338.06

ANDEARA LASMAR RESENDE

**REGIMES TECNOLÓGICOS E POLÍTICAS DE INCENTIVO À  
INOVAÇÃO NO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 05 de dezembro de 2014.

---

Silvia Harumi Toyoshima

---

Evandro Camargo Teixeira

---

Evaldo Henrique da Silva  
(Orientador)

Aos meus pais, Dani e João Vitor.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por guiar e iluminar meu caminho.

Pela dedicação de uma vida e por acreditar no meu mundo de sonhos, agradeço a principal responsável por essa conquista, minha Mãe.

Ao meu Pai, Dani, João Vitor, Padrinho, Inha, Tia Meire, Tiá, K, Isa, João Pedro, Nanda, Maria Laura, Vô Sebastião, Vó Maria (In memoriam), China, Jackson, Samir, Elisângela, Tia Cláudia, Ronan; pelo apoio, força e o incentivo necessário para prosseguir.

À avó Maria, por suas bênçãos e ternura.

À Viçosa, cidade responsável pelos anos mais interessantes da minha vida.

Aos colegas e amigos do mestrado Nanda, Gabriel, Lorena, Jerusa, Pedro, Cassiano, Inácio, Lucas, Mariana e Fred, pelos estudos e momentos de descontração.

À grande e querida amiga Fernanda, pela companhia nas longas horas de estudos, Moreiras e por compartilhar comigo as preocupações e as conquistas nessa trajetória.

Aos bons e velhos amigos Letícia, Filipe, Dry, David e Poly; aos novos Marcus, Edna e Eunice; e aos de Raul, Viçosa, São José, Brumadinho e BH; sem vocês essa caminhada não teria graça alguma.

Agradeço ao Prof. Evaldo Henrique da Silva, pela paciência e sabedoria ao meu orientar e por todas as oportunidades oferecidas para que eu pudesse completar o mestrado.

À todos os professores do Departamento de Economia a quem tive oportunidade de conviver e de absorver um pouco de seus conhecimentos. E aos funcionários e colaboradores, pelo apoio e assistência em vários momentos.

À todos aqueles de certa forma ou de outra contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Considerações iniciais .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 O problema e sua importância.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Objetivo Geral .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4 Objetivos Específicos .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. A teoria evolucionária do desenvolvimento tecnológico .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2. O conceito de Regimes Tecnológicos .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3. Taxonomias dos padrões de inovações setoriais.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. Perspectiva evolucionária das políticas industriais tecnológicas .....</b>	<b>23</b>
<b>2.5. As políticas industriais tecnológicas no Brasil.....</b>	<b>27</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Definição das variáveis.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 A análise discriminante .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 O modelo de regressão .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4 Fonte de dados .....</b>	<b>40</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Análise descritiva .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 Análise discriminante .....</b>	<b>47</b>
<b>4.3 Análise do modelo de efeitos aleatórios.....</b>	<b>52</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Regimes tecnológicos e suas características .....	22
Tabela 2 - Médias anuais das variáveis de interesse .....	42
Tabela 3 - Médias das variáveis entre os regimes tecnológicos (2000 a 2011).....	43
Tabela 4 - Resultados da estimação dos modelos de efeitos aleatórios .....	52
Tabela 5 - Resultados dos testes de diferença de médias entre os regimes tecnológicos.....	47
Tabela 6 - Resultados da classificação de acordo com a função linear de Fischer .....	48
Tabela 7 - Funções discriminantes lineares .....	49
Tabela 8 - Coeficientes padronizados das funções discriminantes.....	49

## RESUMO

RESENDE, Andeara Lasmar, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2014. **Regimes tecnológicos e políticas de incentivo à inovação no Brasil.** Orientador: Evaldo Henrique da Silva.

A inovação tem assumido papel central na explicação do desempenho econômico, sendo um fator de diferenciação competitiva entre as empresas e o elemento principal da dinâmica capitalista. Uma vez que o diferencial positivo relacionado à inovação é evidente, a relação entre Estado e a atividade inovativa assume relevância, uma vez que a política tecnológica se transforma em eixo principal das políticas públicas de promoção do crescimento e desenvolvimento econômico. Diante disso, é essencial que tais políticas sejam bem formuladas, em consonância com o contexto econômico, tecnológico e industrial, de modo a maximizar os impactos positivos sobre a sociedade. Este trabalho investiga e mensura a relação entre taxa de inovação das empresas industriais brasileiras e os regimes tecnológicos, sob a ótica da teoria evolucionária. O presente estudo busca evidenciar como se dão tais relações, valendo-se de dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) dos anos 2000 a 2011, e aplicando métodos de regressão econométrica e estatística multivariada de forma a captar a adequabilidade e a relevância dos regimes tecnológicos para o contexto brasileiro, e suas implicações no âmbito da elaboração de políticas públicas. A partir dessa perspectiva, é analisado o motivo da estagnação dos indicadores de inovação no Brasil, mesmo com a consolidação de um cardápio relativamente completo de políticas de inovação na última década: incentivos fiscais, subvenção, crédito subsidiado, entre outros. Os resultados da pesquisa mostram que certos aspectos importantes do contexto inovativo são aparentemente negligenciados pelas políticas correntes, faltam-lhe elementos fundamentais, especialmente foco e priorização. As políticas tecnológicas devem se ajustar às especificidades tecnológicas em cada setor industrial. Sendo dotados de características particulares e diferentes entre si no que diz respeito à maneira como a tecnologia é desenvolvida e apropriada, cada setor carece de ações que reconheçam tais diferenças e possam se ajustar mais adequadamente às suas necessidades e possibilidades. Tais movimentos são essenciais para que o país possa seguir num caminho de maior crescimento e desenvolvimento, que passa necessariamente por um aumento no nível tecnológico da indústria, pela melhor capacitação dos indivíduos e por instituições adequadas às necessidades, idiosincrasias e dinâmicas do cenário contemporâneo.

## ABSTRACT

RESENDE, Andeara Lasmar, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2014. **Technological regimes and innovation policies in Brazil.** Adviser: Evaldo Henrique da Silva.

Innovation has played a central role in the economic performance explanation, being a competitive differentiation factor between business and the main element of capitalist dynamics. Since the positive differential related to innovation is evident, the relationship between the state and the innovative activity is relevant, since the technology policy becomes the main axis of public policies to promote growth and economic development. Therefore, it is essential that such policies are well formulated in line with the economic, technological and industrial context, in order to maximize the positive impacts on society.

This paper investigates and measures the relationship between the rate of innovation in Brazilian firms and technological regimes, from the perspective of evolutionary theory. This study seeks to show how to give such relations, drawing on data from the Technological Innovation Survey (PINTEC) the years 2000-2011, and applying econometric regression methods and multivariate statistics in order to capture the adequacy and relevance of schemes technology to the Brazilian context, and its implications in the context of public policy development. From this perspective, the reason for the stagnation of innovation indicators in Brazil is analyzed, even with the consolidation of a fairly full menu of innovation policies in the last decade: tax incentives, grants, subsidized credit, among others. The survey results show that certain important aspects of the innovation context are apparently neglected by current policies, it lacks key elements, especially focus and prioritization. The technology policies must adjust to technological specifics of each industrial sector. Being endowed with individuals and different characteristics with respect to the way the technology is developed and appropriate, each sector lacks actions that recognize these differences and can adjust better to their needs and possibilities. Such movements are essential for the country to follow a path of higher growth and development, which inevitably means an increase in the technological level of the industry, for better training of individuals and institutions appropriate to the needs, idiosyncrasies and dynamics of the contemporary scene.

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Considerações iniciais**

A inovação tem assumido papel importante como variável estratégica para a competitividade de organizações e países. Na abordagem teórica elaborada por Schumpeter (1961), a inovação tecnológica assume um papel central na explicação do desempenho econômico, sendo um fator de diferenciação competitiva entre as empresas e o elemento principal da dinâmica capitalista.

O processo de industrialização brasileira é marcado pela sua realização tardia. Desde seu primeiro impulso, na era Vargas, até os anos de 1980, a estratégia dominante foi de industrialização por substituição de importações, desde a produção de bens primários até a de maquinários e equipamentos pesados. Além disso, os empreendimentos industriais estiveram essencialmente atrelados a iniciativas do Governo, seja através de investimentos diretos em empresas estatais, seja pela via de estímulos fiscais tanto para grupos nacionais quanto estrangeiros.

A partir da década 1990, novas estratégias começam a aparecer no cenário nacional, com vistas a fazer frente ao novo paradigma tecnológico e à necessidade de recuperação da indústria e da economia fragilizadas pela instabilidade monetária, buscando inseri-la em novo cenário produtivo, marcado pela importância das atividades ligadas à inovação. Nesse sentido, mudanças importantes nas políticas de apoio à inovação passam a ocorrer, sobretudo a partir do final da década.

A capacidade inovativa das empresas está intimamente ligada ao sucesso das mesmas no longo prazo, e o conjunto da economia é beneficiado por maiores taxas de inovação. De Negri, Salerno e Castro (2005), ao levantarem dados da indústria brasileira para o ano 2000, observam que, enquanto as firmas que inovam e diferenciam produtos compunham apenas 1,7% do total, elas respondiam por 25,9% de todo o faturamento e 13,2% do emprego nacional. Além disso, essas empresas possuíam maiores níveis de eficiência técnica e de escala, produtividade por trabalhador mais elevada e também maior participação no mercado. Tais números evidenciam o papel de destaque e liderança desempenhado pelas empresas envolvidas com as atividades de inovação. Mas não são somente as empresas que saem ganhando nesse quadro:

os autores também verificam que nelas a remuneração média do trabalhador, seu nível de escolaridade, tempo médio de emprego e prêmio salarial são substancialmente mais elevados do que nas empresas que não inovam.

Uma vez que o diferencial positivo relacionado à inovação é evidente, a relação entre Estado e a atividade inovativa assume relevância, uma vez que a política tecnológica se transforma em eixo principal das políticas públicas de promoção do crescimento e desenvolvimento econômico. A respeito de tal relação, Schumpeter (1961) expôs:

O impulso fundamental que inicia e mantém a máquina capitalista em movimento decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria (...). Esse processo de destruição criativa é o fato essencial acerca do capitalismo. É nisso que consiste o capitalismo, e é aí que têm que viver todas as empresas capitalistas.

O Estado brasileiro, seguindo as tendências mundiais, vem desenvolvendo e implementando aparatos institucionais e políticas públicas de estímulo à inovação. Salerno e Kubota (2008) pontuam que, ao longo de mais de duas décadas, o país tem construído um sistema mais robusto de inovação, mas é a partir de 2005 que ocorre uma mudança fundamental de qualidade das políticas, com o surgimento de instrumentos inéditos e instituições de apoio à atividade inovativa nas empresas. Como exemplos tem-se a instituição legal de incentivos fiscais à Pesquisa e Desenvolvimento, como na Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004), Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005), a possibilidade de subvenção a projetos relacionados ao desenvolvimento tecnológico, programas de financiamento à inovação, subsídios para fixação de pesquisadores nas empresas, dentre outros.

No início da década de 1990, a Política Científica e Tecnológica, assim como outras políticas públicas, passa a ser orientada a partir do receituário neoliberal. Políticas “horizontais” voltadas para o aumento da competitividade e das exportações ganham relevância vis à vis políticas e medidas setoriais, que praticamente haviam monopolizado os esforços governamentais na área de política pública até os anos 80 (CAMPANÁRIO, SILVA e COSTA, 2005).

Tal “horizontalização” das políticas industriais deu-se através de uma reorientação dos incentivos e subsídios orçamentários, que migram dos incentivos tradicionais que eram destinados a indústrias específicas para incentivos gerais, na forma de desoneração de tributos

indiretos, contribuições sobre o comércio exterior e mecanismos públicos de financiamento ao investimento e às exportações (SPE/MF, 2000 apud BONELLI e VEIGA, 2003).

Em síntese, o sistema de Ciência & Tecnologia adotado pelo Brasil nesta década, foi quase que inteiramente baseado em incentivos fiscais não direcionados, ou seja, sem um foco para a promoção da competitividade nacional.

No entanto, o governo reconhece a insuficiência dessas medidas, ao afirmar que elas não seriam suficientes para aumentar a competitividade e diversificar a produção brasileira. É afirmada a importância de setores estratégicos, e a necessidade de definir critérios de escolha e política prioritárias para se atingir os objetivos de elevar o investimento em indústrias exportadoras, que substituam importações e com elevado nível de utilização de capacidade. Entre esses critérios, destacam-se o desempenho, a temporalidade e a transparência das políticas verticais (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão).

Neste sentido, entre o final da década de 90 e início dos anos 2000, houve um esforço para estabelecer um conjunto de leis que proporcionassem um ambiente estimulador das atividades de inovação no país. Em 1999 foram aprovados os fundos setoriais e em 2004 a nova Política Industrial, juntamente como uma série de leis (CAMPANÁRIO, SILVA e COSTA, 2005).

Entretanto, é necessário ressaltar que existem diferenças entre a política industrial propriamente dita, e políticas de inovação. A primeira diz respeito às políticas historicamente implantadas no Brasil, desde Getúlio Vargas até o presente, onde o Estado, entre outras ações, dá direcionamentos produtivos, toma parte do processo de produção, dita a ordem industrial e inclusive promove seu ordenamento territorial. As políticas de inovação, por outro lado, estão diretamente associadas ao aspecto tecnológico envolvido no processo produtivo, considerando-o elemento chave e foco das ações que objetivem elevar a capacidade de inovação das empresas, capacidade essa considerada fundamental para o crescimento e desenvolvimento do conjunto da economia. A mudança de uma para outra se dá essencialmente em fins dos anos 1990 e começo dos 2000. Como ressaltam Suzigan e Furtado (2006), tal conversão foi iniciada no final do governo FHC através da criação dos Fundos Setoriais e da proposta da Lei de Inovação, e consolidada posteriormente com as Diretrizes da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE).

A PITCE, lançada pelo governo federal no final de 2003, explicita as estratégias e objetivos pretendidos com a retomada de uma nova política industrial. O documento apresenta

especial destaque nos temas de inovação, pesquisa e desenvolvimento (P&D) e setores intensivos em tecnologia. É detectada a baixa contribuição desses setores para a pauta de exportações brasileiras, e a importância econômica e social em desenvolvê-los. A política teria assim por objetivo estimular a capacidade inovadora das empresas, preocupando-se com sua competitividade internacional e inserção no mercado externo.

Salerno e Kubota (2008) apontam que as Diretrizes da PITCE culminaram em um novo arcabouço, mais moderno, através da aprovação, em fins de 2004 da Lei de Inovação Federal. A Lei de Inovação Tecnológica está organizada em torno de três eixos: a constituição de ambiente propício a parcerias estratégicas entre universidades, institutos tecnológicos e empresas; o estímulo a participação de institutos de ciência e tecnologia no processo de inovação; e o estímulo à inovação na empresa. Para empresas, um dos principais benefícios é poder abater no imposto de renda, com base no regime de Lucro Real, os dispêndios em P&D. Também possibilita obter recursos públicos não-reembolsáveis para investimentos em P&D. Além da subvenção econômica, a lei estabelece os dispositivos legais para incubação de empresas no espaço público e a possibilidade de compartilhamento de infraestrutura, equipamentos e recursos humanos, públicos e privados, além de criar regras claras para a participação do pesquisador nos processos de inovação tecnológica desenvolvidos no setor produtivo. Além desse, podemos citar alguns outros incentivos como a Lei do Bem (2005), Lei Rouanet da Pesquisa (2007) e a Lei de Patentes (1996).

Kannebley Jr. e Porto (2012), ao levantar dados relacionados à Lei de Informática, uma lei inserida num contexto de políticas tecnológicas anterior ao atual arcabouço dado pela Lei de Inovação e que concede incentivos fiscais para empresas do setor de informática e automação que invistam em atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), encontram resultados tanto positivos quanto negativos. Ao considerar as empresas beneficiadas pela Lei de Informática entre 1998 e 2008, os autores observam que o faturamento das mesmas no período praticamente quadruplicou, ao passo que os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) não seguiu a mesma tendência, apresentando comportamento errático. Além disso, tais empresas não expandiram seus recursos humanos e sua taxa de publicações manteve-se baixa e concentrada, o que indica que o investimento em inovação não parece ser o foco principal das empresas beneficiadas. Os mesmos autores, ao considerar a Lei do Bem, lei que permite de forma automática a utilização de incentivos fiscais pelas pessoas jurídicas que realizem P&D, verificam que o número de empresas beneficiadas entre 2006 e 2010 aumentou

de 130 para 639, e que a lei abrange cerca de 11% das empresas que realizam atividades de inovação. Nesse mesmo período, o total de dispêndios das empresas com pesquisa, desenvolvimento e inovação passou de R\$1,44 bilhões para R\$7,18 bilhões. Além disso, tais empresas foram beneficiadas por incentivos fiscais, cuja renúncia evoluiu de R\$229 milhões em R\$2006 para 1,73 bilhões em 2010.

O presente histórico demonstra que os esforços foram muitos, porém os resultados foram poucos sentidos. Dudziak (2007) pondera que, de acordo como Global Innovation Score de 2006, o Brasil se situava entre os piores países na performance inovativa mundial, com cerca de 0,22 pontos (sendo que a Finlândia, líder em tal quesito, registrava então 0,76 pontos). De acordo com tal publicação, ainda que baixos, os maiores scores brasileiros estavam na difusão e aplicação da inovação, seguido pela criação do conhecimento. Nesse contexto, diferentes pesquisadores apontam que os gargalos para o sucesso das políticas de inovação estão relacionados à concepção, implementação e avaliação de tais políticas. Tais apontamentos podem ser encontrados, por exemplo, em Moraes (2008), Salerno e Kubota (2008) e Suzigan e Furtado (2010).

Além desta seção introdutória – que ainda contempla o problema e sua importância, bem como os objetivos estabelecidos – o restante deste trabalho está dividido da seguinte maneira: o capítulo dois apresenta o referencial teórico, onde são abordadas a perspectiva evolucionária das políticas industriais tecnológicas, o conceito de regimes tecnológicos, as taxonomias utilizadas para os padrões de inovação setorial, bem como um breve panorama das políticas industriais tecnológicas no Brasil; o terceiro capítulo aborda os métodos a serem utilizados para a consecução dos objetivos propostos; o quarto item contém os resultados obtidos e as discussões decorrentes dos mesmos; e, por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais do trabalho.

## **1.2 O problema e sua importância**

No debate a respeito das políticas industriais existe, conforme Gadelha (2001), certa polarização das visões de política industrial entre as abordagens que privilegiam ações horizontais, relacionadas a um padrão indireto de intervenção, e outras que focalizam a instância microeconômica setorial, envolvendo uma intervenção mais direta, seletiva e orientada por metas bem definidas.

Esse debate pode ser estendido para as políticas industriais tecnológicas. Salerno e Kubota (2008) salientam que a participação do Estado é importante para criar um ambiente mais propício ao desenvolvimento das inovações nas empresas, através da indução de comportamentos, estratégias e decisões empresariais relacionadas à inovação. Ao atualizar os dados de Luna, Moreira e Gonçalves (2008), os autores constataam que os maiores obstáculos à inovação no Brasil, de acordo com as empresas incluídas na PINTEC, são os riscos econômicos excessivos, os altos custos de inovação e a escassez de fontes adequadas de financiamento. A conclusão que se segue é que tais problemas, sendo relacionados à custos e riscos, podem ser amenizados por políticas que reduzem tais fatores, como a manutenção da estabilidade macroeconômica e a criação de linhas especiais de financiamento para as atividades inovativas.

Salerno (2012) aponta que a indústria brasileira encontra-se num estágio intermediário: ao mesmo tempo em que não consegue concorrer ao nível de preços com as indústrias de países asiáticos, sobretudo a China; também é incapaz de concorrer na diferenciação do produto com as indústrias de países como Alemanha e EUA. Para agravar a situação, os países líderes em cada uma dessas duas frentes têm buscado desenvolver sua capacidade de concorrer na frente complementar. Assim, segundo o autor, o Brasil necessita de uma política industrial voltada para a inovação que seja capaz de colocá-lo na frente de concorrência pela diferenciação de produto.

Conforme verificado por De Negri, Salerno e Castro (2005), as empresas que inovavam não somente possuíam maiores vantagens produtivas e mercadológicas, mas também eram onde a remuneração média do trabalhador, seu nível de escolaridade, tempo médio de emprego e prêmio salarial eram substancialmente mais elevados do que nas empresas que não inovam. Tal resultado é corroborado por Bahia e Arbache (2005) que, mesmo controlando para várias características individuais e das empresas, encontram resultados que apontam que as empresas que inovam e diferenciam produtos pagam salários 12% maiores do que a média, e 23% mais elevados do que aquelas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor.

Kannebley Jr. e Porto (2012), realizando estimações econométricas para isolar efeitos das leis de incentivo à inovação, observam que, no caso da Lei de Informática, a mesma foi incapaz de impactar sobre os investimentos em P&D&I interno das empresas que foram beneficiadas. Para os autores, o intervencionismo em excesso previsto pela lei impede a consecução de seus objetivos, de forma que a mesma foi incapaz de, ao longo de vinte anos, alterar a capacidade de competição dos setores de Tecnologia da Informação e Comunicação.

Já no caso da Lei do Bem, os impactos maiores se deram sobre as pequenas empresas, seguidas pelas grandes, enquanto que para as médias empresas o efeito foi nulo. A pesquisa dos autores, entretanto, avalia os impactos de tais leis apenas em caráter parcial, uma vez que a variável dependente considerada diz respeito unicamente aos gastos internos com P&D&I, ignorando os dispêndios com tais atividades desenvolvidas externamente.

Marques (2013), considerando os dados da Pesquisa de Inovação tecnológica (PINTEC) de 2011, observa que a proporção de empresas que realizaram atividades inovativas entre 2009 e 2011 foi de 35,6%, valor inferior ao verificado na PINTEC anterior, quando tal taxa, entre 2006 e 2008, foi de 38,1%.

Avellar (2008), ao utilizar regressões econométricas e propensity score matching para avaliar os impactos de três programas, o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI), o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN) e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), encontra resultados que apontam que a participação em programas de fomento à inovação do governo é capaz de fazer com que as empresas se tornem mais inovadoras. Em média, as empresas que participaram em ao menos um dos programas aumentaram consideravelmente seus gastos em atividades inovativas e seus gastos em atividades de P&D. Levando em conta os resultados das regressões por mínimos quadrados, o autor observa que a participação promove um aumento nos gastos em P&D de mais de 100%; já levando em consideração a aplicação do propensity score matching, tal incremento é de 54%. Em qualquer caso, são incrementos de magnitude considerável.

Bagatolli (2008), levando em consideração as informações das PINTECs, constata que, ao longo do período 1998-2005, a proporção de empresas inovadoras manteve-se em torno de 33% e que, ainda que seus gastos com atividades inovativas tenham se elevado em termos absolutos no mesmo período, eles na realidade se reduziram em proporção à receita líquida de vendas das empresas. Em outras palavras, mesmo com a criação de instrumentos para estimular a atividade de inovação, a mesma parece ter perdido importância relativa para as empresas.

Steingraber (2009), por sua vez, buscou identificar a influência das instituições e do capital social sobre a produtividade das empresas. Para tanto, o autor utilizou um modelo multinível, estimando inicialmente a relação das competências internas da firma sobre a sua produtividade (identificada através da produtividade total dos fatores), e posteriormente relacionando a influência institucional e social sobre o primeiro nível.

Os resultados encontrados por Steingraber (2009) indicam que os ganhos de produtividade, além de estarem relacionados com a presença de competências inovativas nas empresas, também estão sujeitos às competências externas à firma, como as características da indústria, do capital social e das instituições. Dada a importância da produtividade no processo de inovação, o autor também constata que tal processo está muito ligado aos ganhos de escala, uma vez que são as empresas de maior porte que mais inovam.

Tais constatações sugerem que as políticas públicas de inovação no Brasil devem levar em considerações tais características, atentando tanto para a influência do framework institucional-social sobre os setores industriais, quanto para a importância da escala industrial na adoção de estratégias de inovação. Entretanto, é necessário pontuar que o autor não levou em consideração as especificidades setoriais do processo de inovação, mas chama a atenção para sua importância, reforçando a ideia de que a compreensão do papel do setor na indústria brasileira deve ser aprofundada. Os aspectos setoriais são desconsiderados pelas políticas públicas, que se baseiam em determinantes microeconômicos. Contudo, o desempenho das indústrias está profundamente relacionado com as características setoriais de inovação, que inclusive variam de setor para setor.

A inovação, em suas diferentes manifestações – produto, processo, organização e marketing – é uma fonte chave do crescimento da produtividade nacional, de modo que se faz imprescindível compreender a relação entre os distintos atores e projetar políticas melhores. Nesse sentido, é essencial que, na elaboração e definição de políticas públicas, se leve em consideração aspectos do contexto e do processo de inovação, alguns dos quais ignorados até o presente.

Nesta pesquisa será realizado um estudo para investigar o motivo da estagnação dos indicadores de inovação no Brasil, mesmo com a consolidação de um cardápio relativamente completo de políticas de inovação na última década: incentivos fiscais, subvenção, crédito subsidiado, entre outros. Apesar desse conjunto de políticas apontar na direção correta, faltam-lhe elementos fundamentais, especialmente foco e priorização. Diante disso, será analisado em que medida as especificidades setoriais do processo de aprendizagem tecnológica, ou simplesmente regime tecnológico (RT), impactam a taxa de inovação e conseqüentemente se interferem no sucesso (ou fracasso) das políticas industriais tecnológicas. Ao levar em consideração tais especificidades, é possível obter um panorama mais claro das características inovativas de cada setor, de modo a balizar políticas públicas pontuais que se adequem às

idiosincrasias industriais brasileiras. Gonçalves e Yonamimi (2013) pontuam que, devido à especificidade da natureza do conhecimento utilizado, as atividades de inovação podem vir a assumir diferentes formas e características, dependendo do setor industrial e do país a que pertençam. As características do processo de aprendizado envolvido nas atividades inovativas e as propriedades econômicas das tecnologias adjacentes a estas atividades foram sintetizadas na noção de regime tecnológico.

Assim, a contribuição original deste trabalho se dá tanto em verificar de que maneira os regimes tecnológicos podem influenciar as taxas de inovação setoriais da indústria brasileira, quanto em comparar os efeitos de se incluir tais regimes, em uma análise de regressão, sobre as demais variáveis, especialmente o nível de apoio do governo, vis-à-vis a não consideração dos regimes, permitindo, desta maneira, que se visualize a importância de tal dimensão para o delineamento de políticas de inovação industrial. Além disso, será testada a adequação do conceito de regimes tecnológicos para o contexto brasileiro, utilizando de uma análise discriminante de forma a verificar a capacidade de discriminação de variáveis selecionadas sobre os diferentes regimes propostos pela teoria. Espera-se que os resultados apontem para efeitos significativos dos regimes tecnológicos nas regressões, alterando também a dimensão dos parâmetros das demais variáveis; bem como é esperado que as variáveis utilizadas no presente estudo sejam de fato capazes de classificar os regimes tecnológicos no caso brasileiro dado que, apesar das especificidades produtivas nacionais, a relação entre a inovação tecnológica e as características setoriais seja relativamente semelhante ao que a literatura internacional aponta.

### **1.3 Objetivo Geral**

Investigar e mensurar a relação entre os regimes tecnológicos e a taxa de inovação das empresas industriais brasileiras, a fim de verificar o motivo da estagnação dos indicadores de inovação no Brasil, mesmo com a consolidação de um cardápio relativamente completo de políticas de inovação na última década.

#### **1.4 Objetivos Específicos**

Especificamente pretende-se:

- a) Realizar uma revisão teórica do conceito de regime tecnológico e de sua importância na determinação do desempenho inovativo setorial;
- b) Delimitar a relevância das políticas de inovação no Brasil;
- c) Estimar estatisticamente a influência dos regimes tecnológicos sobre o desempenho inovativo das empresas industriais brasileiras;
- d) Analisar a capacidade das variáveis em análise de discriminar entre os regimes tecnológicos considerados.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

De forma a explorar os conceitos e teorias que fundamentam a análise a ser desenvolvida, e delinear sua importância para se estudar o caso brasileiro, a presente seção explora, em um primeiro momento, os aspectos que relacionam a teoria evolucionária (neoschumpeteriana) com o desenvolvimento tecnológico, expondo as teorias que buscam apontar como a dinâmica de inovação das firmas se relaciona a um dado paradigma tecnológico e as características de tais processo. Posteriormente, no segundo item, será abordada a definição de regimes tecnológicos, expondo as dimensões que configuram tal conceito e a sua importância para a compreensão do processo de inovação. A terceira subseção apresenta as taxonomias que foram desenvolvidas a partir da noção dos regimes tecnológicos, explicitando como tais taxonomias são constructos úteis para análises objetivas dos setores industriais. Em seguida, o quarto item apresenta a perspectiva evolucionária do papel das políticas públicas voltadas para a inovação industrial, isto é, as políticas industriais tecnológicas, buscando evidenciar o papel do Estado neste processo, e contrastando as propostas desta linha de pensamento com as abordagens tradicionalmente sugeridas pelas demais escolas econômicas. Por fim, a quinta subseção traça um breve panorama histórico das políticas industriais tecnológicas recentes no Brasil, visando esclarecer a atual situação das mesmas, seus defeitos e qualidades, e os horizontes possíveis para políticas mais bem sucedidas.

### **2.1. A teoria evolucionária do desenvolvimento tecnológico**

A investigação da política tecnológica realizada nesta pesquisa será baseada em uma perspectiva evolucionária do desenvolvimento tecnológico. Segundo essa abordagem a inovação caracteriza-se por um fenômeno complexo e sistêmico e sua dinâmica evolucionária é fruto da interação das diversas estratégias de busca de ganhos, por parte dos agentes postos em um ambiente de seleção que privilegia determinado comportamento.

A teoria evolucionária surge como contraponto às teorias clássicas, ou ortodoxas, que consideram o desenvolvimento tecnológico como sendo exógeno ao sistema de relações econômicas. Para tais teorias, novas tecnologias são incorporadas através da compra de equipamentos contendo novas aplicações científicas, sendo estas tecnologias dispostas

livremente no “mundo” da ciência e tecnologia que não se relaciona ao ambiente econômico. Para teoria evolucionária, as relações entre ciência, tecnologia e economia são endógenas ao sistema econômico. Mesmo o processo de invenção que muitas vezes foi considerado exógeno para explicação do processo de inovação, é considerado com um processo complementar e evolucionário, sendo em parte dependente das relações sistêmicas impostas pelo processo de inovação.

Essa abordagem parte da percepção que o processo de inovação ocorre de forma incremental e recursiva ao longo de uma determinada trajetória (ROSENBERG, 1983). O ponto central para a análise do processo de desenvolvimento tecnológico sob essa ótica está relacionado à relação causal e de interdependência entre um processo de busca de inovação e os mecanismos endógenos da seleção do mercado que induzem e determinam a dinâmica de tal processo.

Estudos empíricos (ROSENBERG, 1983; DOSI, 1984) sinalizam algum tipo de determinação contextual entre os fatores relacionados à ciência, por um lado, e as variáveis socioeconômicas, por outro, com a dinâmica do desenvolvimento tecnológico (DOSI, 1984). O papel desempenhado pelos fatores institucionais são determinantes da direção e intensidade da atividade inovadora, e essa é uma característica imprescindível para compreender a dinâmica da inovação de acordo com a abordagem evolucionária.

A característica sistêmica do desenvolvimento tecnológico implica que produtividade de uma dada invenção depende da disponibilidade de tecnologias complementares que viabilizam sua integração no ambiente posto (TEECE, 1986). A nova tecnologia passa a ser compreendida como um novo componente a ser incluído a um sistema complementar estabelecido. Essa característica explica o fato de que o retorno social de uma inovação raramente pode ser identificado de forma isolada, sendo fruto de um sistema recursivo e interdependente que em muitas vezes se apoiam no que podemos chamar de arranjo institucional (MOWERY E ROSENBERG, 1990).

Essa necessidade de mais inovações em atividades complementares, como em outras tecnologias e instituições, é uma razão importante para o fato que até os avanços à primeira vista espetaculares, normalmente dão origem a curvas de aumento de produtividade e eficiência que elevam apenas de forma gradual. Isso reflete ao que teóricos evolucionários conceituam como cumulatividade do processo de desenvolvimento tecnológico.

A cumulatividade e a característica sistêmica do desenvolvimento tecnológico são de grande relevância para compreensão da dinâmica da inovação em sistemas tecnológicos, uma vez que estabelece a necessidade de inovações de caráter sistêmico e estrutural, dificultando a obtenção de resultados positivos através do desenvolvimento de projetos pontuais sem uma relação estrutural com a dinâmica da empresa e de todo o setor.

As conotações mais amplas do termo “evolucionário” incluem uma preocupação com processos de mudanças estruturais de longo prazo e progressivos, conforme argumentam Nelson e Winter (1982). Para tais autores, a dinâmica do desenvolvimento tecnológico observada na realidade presente não pode ser interpretadas como sendo compostas por soluções de problemas atuais, solucionados através da elaboração de projetos inovação ou de P&D. A dinâmica do desenvolvimento tecnológico é melhor compreendida como resultado produzido por processos estruturais e dinâmicos, de tentativa e erro, compreensíveis a partir de condições conhecidas ou conjecturadas no passado manifesto através das relações sistêmicas entre diversos atores.

A perspectiva evolucionária introduz em sua análise a percepção de que é muito raro que grandes ganhos advindo de novas tecnologias sejam o resultado de inovação tecnológica isoladas, e de mudanças radicais no curso do progresso técnico a partir de projetos isolados de P&D. O efeito combinado de um grande número de melhoramentos no interior de um sistema tecnológico pode ser imenso. E há em tais sistemas, mecanismos internos de pressão que contribuem para gerar incentivos indutivos de caráter dinâmico e recursivo que possibilitam e induzem a inovação através da busca deliberada das empresas e instituições (Rosenberg, 1983; Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1982;1984;1988).

A busca deliberada das empresas por inovação, através de estratégias de P&D dentre outras formas, é o elemento indutor de toda dinâmica do desenvolvimento tecnológico. Apesar das incertezas inerentes aos resultados dos esforços em busca de inovação, existem nos sistemas econômicos elementos que induzem as empresas em tal empreitada. Políticas públicas visando a emergência de novas tecnologias se relacionam a esses elementos, uma vez que conformam o ambiente no qual as empresas estão imersas e dão os incentivos necessários à sua ação. Para tanto é importante compreender como as empresas formulam suas estratégias de ação sob o enfoque evolucionário.

No modelo evolucionário não se tenta prever ou predizer como as firmas deverão agir a partir de uma regra teórica de decisão. O objetivo nesse ponto é contestar a premissa

maximizadora neoclássica como elemento único explicativo do comportamento empresarial. Segundo Nelson e Winter (1982), o maior compromisso da teoria evolucionária é a abordagem comportamental das firmas individuais; enquanto a teoria neoclássica tenta deduzir essas regras de decisão a partir da maximização, a teoria comportamental apenas as toma como dadas e observáveis, aderindo a visão ortodoxa de que o lucro é o principal componente motivacional.

A teoria evolucionária argumenta que em situações de interações estratégicas, como ocorre nos mercados, o número de eventos a serem considerados nas decisões econômicas é tão grande que o cálculo maximizador torna-se, além de impraticável, irracional. Assim, as empresas, entendidas como organizações heterogêneas, buscam satisfazer suas ambições e necessidades de forma idiossincrática, de acordo com seu contexto, baseadas em processos históricos que visam tornar previsível e possível a significação de ações frente a um ambiente incerto.

O termo geral utilizado pela teoria evolucionária para todos os padrões comportamentais, regulares e previsíveis, das firmas é “rotina” (Nelson e Winter, 1982). A rotinização das tarefas é a forma mais eficaz que as empresas encontram para acumular conhecimento, e, assim, obter ganhos de produtividade e operaram frente a incerteza. Para explicar a direção e a intensidade do desenvolvimento tecnológico, que passa ser um elemento endógeno ao sistema econômico e induzido pela busca de empresas que tomam suas decisões baseadas em rotinas, autores evolucionários atentam para a existência de “paradigmas tecnológicos”.

Tais paradigmas moldam os padrões de soluções de determinados problemas, assim como o comportamento dos agentes econômicos envolvidos em tal processo (DOSI, 1988). Para Dosi (1988), um paradigma tecnológico pode ser definido como um padrão de soluções de problemas técnico-econômicos fortemente baseado em princípios derivados das ciências, juntamente com regras específicas destinadas a adquirir novos conhecimentos e resguardá-los contra a rápida difusão para competidores. Um paradigma tecnológico, uma vez estabelecido, determina a trajetória tecnológica ou o caminho a ser seguido pelo progresso tecnológico.

Para o autor, cada paradigma tecnológico envolve uma ponderação entre determinantes exógenos da inovação e determinantes que são endógenos ao processo de competição e acumulação tecnológica das firmas e indústrias. Da mesma forma, cada paradigma caracteriza-se por diferentes oportunidades tecnológicas, apropriabilidade e cumulatividade.

As oportunidades tecnológicas, para Dosi (1988), estão fortemente relacionadas a base de conhecimento disponível, ou seja, ao conjunto de alternativas e possibilidades abertas para o avanço tecnológico. Pode-se dizer que esse conceito está relacionado tanto a velocidade da evolução científica em determinado campos da ciência, quanto com o conjunto de informações disponíveis para as firmas inovadoras.

A apropriabilidade, por outro lado, diz respeito aos mecanismos legais, como patentes, ou informais, como segredo industrial ou custos da imitação, de proteção da inovação contra eventuais imitadores.

De acordo com Breschi, Malerba e Orsenigo (2000), a cumulatividade diz respeito ao fato de que o conhecimento e as atividades inovativas de hoje constituem a base para as inovações de amanhã. Nos termos de Dosi (1988), uma vez estabelecido um paradigma tecnológico, a evolução da tecnologia é, de certa forma, conduzida dentro de uma trajetória predefinida pelas inovações realizadas anteriormente. Segundo Dosi (1988), dado o caráter tácito da tecnologia e o fato de que ela é, em grande medida, um conhecimento específico à firma, o processo de busca tecnológica em cada firma é também um processo cumulativo. O que a firma pode fazer no futuro, em termos tecnológicos, é restringido fortemente pelo que ela foi capaz de fazer no passado.

Um paradigma tecnológico, portanto, age como um "direcionador" do progresso técnico, definindo ex-ante as oportunidades a serem perseguidas e aquelas a serem abandonadas. É dotado, portanto, de "poderoso efeito de exclusão" (DOSI, 1984) ao permitir a redução apriorística do número de possibilidades de desenvolvimento tecnológico.

Os autores evolucionários reconhecem, entretanto, que há um grande conjunto de comportamentos empresariais que não constituem "rotinas". O fato de nem todo comportamento empresarial seguir um padrão regular e previsível é acomodado pela teoria por meio do reconhecimento de que existem elementos estocásticos que influem na dinâmica do sistema. E tais elementos estocásticos atuam tanto na determinação das decisões dos agentes quanto nos seus resultados decorrentes da diversidade de estratégias de busca empregadas pelas empresas. Porém, através do processo de seleção dos mercados, firmas lucrativas crescerão e firmas não-lucrativas minguarão, e as características operacionais das firmas lucrativas representarão uma crescente parcela das atividades do ramo em questão, sendo estabelecidas após sua seleção pelo ambiente, como rotinas a serem assumidas e copiadas, induzindo a expectativa dos agentes econômicos de determinado setor (NELSON e WINTER, 1982).

A ênfase no termo evolucionário sugere, então, que a dinâmica do desenvolvimento tecnológico se deve à relação existente entre as rotinas de busca das empresas e a seleção de novas inovações pelo mercado. O ambiente de seleção induz os comportamentos das empresas em suas estratégias de busca, e, dessa forma, também induz a dinâmica do próprio sistema.

Dessa forma, a questão central para o formulador de políticas visando à mudança estrutural do sistema em direção a determinados padrões de desenvolvimento tecnológico passa a ser então, para a teoria evolucionária, o de estimular as capacidades inovadoras para gerar variações nos comportamentos das empresas em seu processo de busca (METCALFE, 1995), bem como dar o suporte necessário ao estabelecimento de relações sistêmicas entre os diversos atores envolvidos na inovação (NELSON e WINTER, 1982; ROSENBERG, 1983).

Pode-se dizer que a dinâmica evolucionária do desenvolvimento tecnológico se baseia nos processos de busca por inovações pelas empresas e seleção pelos mercados de novos produtos contendo atributos tecnológicos.

Busca e seleção são elementos que ocorrem simultaneamente e a influência de um sobre o outro é complexa e dinâmica. A influência das estratégias de busca sobre o ambiente de seleção se dá na medida em que o primeiro influencia, através de suas ações, o arranjo institucional que compõe o segundo (NELSON e SAMPAT, 2001). Também novas tecnologias, fruto dos esforços de busca das empresas podem alterar o ambiente de seleção (DOSI, 1984). Porém, a despeito dos esforços deliberados que as empresas fazem para influenciar de alguma forma o ambiente de seleção, elas possuem pouco, ou nenhum, controle dos resultados de seus esforços, esse fato representa um elemento quase que aleatório que as empresas precisam levar em conta em suas estratégias tecnológicas (FREEMAN e SOETE, 1997).

As influências do ambiente de seleção sobre as estratégias de busca das empresas se dão na medida em que a seleção induz comportamentos e estratégias, influenciando as rotinas estabelecidas nas empresas de determinado setor (NELSON e WINTER, 1982; DOSI, 1984). Existem diferentes formas de seleção, sendo a mais comum na literatura a seleção pelo mercado.

Um argumento aqui utilizado sobre a influência do ambiente de seleção via mercado no comportamento das empresas de determinado setor é o argumento elaborado por Dosi (1988). Para o autor, o comprometimento de recursos de agentes motivados pelo lucro em projetos de P&D deve envolver tanto a percepção de algum tipo de oportunidade de apropriação quanto uma série de incentivos concretos, e o mercado é o ambiente onde essa informação é transmitida para todos os agentes envolvidos.

A forma como se dá a seleção pelo mercado se relaciona diretamente ao regime tecnológico no qual a empresa está submetida. Malerba e Orsenigo (1993) argumentam que um padrão setorial de comportamento e das estratégias de busca pela inovação, resultante do processo de seleção, é relacionado à natureza do regime tecnológico onde as empresas atuam. Dessa forma, os autores propõem que um ambiente de seleção marcado por um regime tecnológico é uma combinação particular de algumas propriedades fundamentais de tecnologias. Condições de oportunidade, de apropriabilidade, graus de cumulatividade da capacidade tecnológica e as características da base de conhecimento relevantes são os elementos constituintes dos padrões observáveis do ambiente de seleção em setores no que diz respeito à inovação.

Dessa forma, de acordo com a teoria evolucionária as estratégias de busca das empresas são profundamente influenciadas pelo ambiente na qual atuam. Argumenta-se que políticas tecnológicas devem ter como objetivo influenciar o comportamento estratégico das empresas em sua busca por inovação através de ferramentas que moldem o ambiente, levando-se em consideração as propriedades definidoras do ambiente de seleção conforme apresentado por Malerba e Orsenigo (1993).

## **2.2. O conceito de Regimes Tecnológicos**

De modo a sintetizar os aspectos que compreendem as atividades inovativas nos diferentes contextos e setores em que ocorrem, desenvolveu-se a ideia de regime tecnológico (RT), inicialmente por Nelson e Winter (1977, 1982) Tal conceito, como abordado por Malerba e Orsenigo (1993), caracteriza-se como um conjunto de características combinadas em quatro dimensões (oportunidade, apropriabilidade, cumulatividade e base de conhecimento) e que permitem classificar e agrupar firmas em diferentes grupos setoriais. São elas definidas da seguinte forma:

i) Oportunidade: Caracteriza-se e pode ser avaliada por dois aspectos - nível de oportunidade e capilaridade (pervasiveness). O primeiro refere-se ao número de oportunidades geradas no ambiente em que a empresa está inserida e o segundo à difusão do conhecimento daquela inovação.

ii) **Apropriabilidade:** Nada mais é do que a capacidade que as empresas têm de proteger suas inovações utilizando ferramentas como patentes, segredos, inovação contínua e controle de ativos complementares.

iii) **Cumulatividade:** Está relacionada à trajetória do conhecimento, a nível individual, tecnológico, organizacional e de firma.

iv) **Base de conhecimento:** Classificação da tecnologia por sua complexidade (grau de inter-relações envolvidas no processo de geração do conhecimento) e grau de tacitness (codificação do conhecimento e acesso).

A combinação dessas características propicia a moldura de um ambiente específico e imperativo que diferencia em cada indústria formas de desenvolver e buscar tecnologia. Assim, pode-se afirmar que um determinado Regime Tecnológico torna homogêneas as firmas dentro de um determinado grupo setorial, captando as similaridades existentes e compartilhadas entre elas (MALACHIAS e MEIRELLES, 2009).

De acordo com Malerba e Orsenigo (1993), a composição destas dimensões do regime tecnológico varia entre os setores e define um menu de opções e balanceamentos em termos de estratégias tecnológicas e tipos básicos de organização das firmas (integração vertical, diversificação, redes e alianças estratégicas, especialização). O menu de opções de estratégias tecnológicas viáveis e de organização das atividades inovativas aumenta quanto maior e mais ampla forem as oportunidades tecnológicas, mais alto o grau de cumulatividade, mais baixo o grau de apropriabilidade das inovações e mais complexa for a base de conhecimento relevante. Estas apresentam as seguintes variações: Prospecção (exploration) de novas tecnologias, com foco em inovação radical; exploração (exploitation) das tecnologias existentes, com foco em inovação incremental; prospecção de novas tecnologias e fortalecimento da apropriabilidade, buscando ativos complementares, como canais de distribuição e assistência técnica; exploração das tecnologias existentes e fortalecimento da apropriabilidade; imitação; nenhuma atividade inovativa.

As variações de escolhas possíveis estão baseadas nas condições de cumulatividade, apropriabilidade e oportunidades tecnológicas. A condição de alta oportunidade tecnológica favorece a estratégia de prospecção (pesquisa e inovação radical), a alta cumulatividade proporciona a implementação de estratégia de exploração (inovação incremental), e a baixa apropriabilidade permite que os seguidores adotem estratégias de imitação, o que induz as firmas inovadoras a fortalecer a apropriabilidade.

Assim, fica claro que os diversos setores da economia possuem necessidades diferentes de P&D, e é através da noção de regimes tecnológicos que é possível vislumbrar como se dão as relações entre as quatro dimensões mencionadas por Malerba e Orsenigo (1993) na determinação das atividades inovativas entre os setores. As taxonomias, portanto, são essenciais para que se compreenda com mais precisão o processo inovação nas diferentes indústrias, o que, ao seu turno, abre espaço para ações que sejam capazes de melhorar a competitividade setorial, de forma a inserir-se num padrão competitivo global, o que é fundamental para países em busca do catching-up.

Vale ressaltar que, na perspectiva da economia evolucionária, o processo de inovação é essencialmente interativo. Nesse sentido, o comportamento da firma é fortemente relacionado com sua competência e ambos evoluem durante o desenvolvimento da indústria, tecnologia, demanda e instituições (MALERBA, 2002). As firmas não inovam isoladamente, a inovação é compreendida como um processo coletivo, onde as firmas interagem com outras firmas, bem como outras instituições como universidades, departamentos governamentais, centros de pesquisas, entre outros. Esta articulação entre vários atores constitui o que se denomina sistema de inovação, que tanto pode ser tratado em nível nacional (LUNDVALL, 1992), como regional e setorial (MALERBA, 2002).

### **2.3. Taxonomias dos padrões de inovações setoriais**

A primeira e uma das mais importantes taxonomias baseadas no conceito de regime tecnológico foi apresentada por Pavitt (1984) que, baseada em estudo de alguns países desenvolvidos, classificou os setores de acordo com sua performance tecnológica. Apesar da diferença existente entre o padrão produtivo de determinados setores nos países avançados e em desenvolvimento, esta taxonomia é adequada por indicar as diferenças relacionadas aos regimes tecnológicos relativos a cada setor.

Essa classificação considera que as diferentes trajetórias tecnológicas das indústrias podem ser explicadas pelas condições de oportunidade, cumulatividade e apropriação das tecnologias. Estas diferentes trajetórias refletem a diversidade nas principais fontes de tecnologia, definindo a base da estratégia tecnológica da firma.

Outro aspecto importante na abordagem evolucionária diz respeito à tentativa de aglutinar as diferenças intersetoriais das atividades inovativas em padrões, através de

taxonomias que apreendam as principais características dessas atividades e os principais aspectos que as diferenciam. Tais diferenças foram inicialmente apresentadas por Schumpeter naquilo que veio a ser conhecido na literatura como Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II.

O Mark I diz respeito à visão inicial de Schumpeter a respeito de inovações, desenvolvido em sua obra *Teoria do Desenvolvimento Econômico* (*The Theory of Economic Development*, 1911), onde as indústrias se situam em ambientes turbulentos com poucas barreiras à entrada, sendo que as inovações, em sua maioria, são desenvolvidas por firmas entrantes. Assim, a competição tecnológica se dá em termos da “destruição criativa”, com as empresas entrantes bem sucedidas substituindo as já estabelecidas. Em termos opostos, o Mark II se refere à uma visão posterior do autor, proposta em *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (*Capitalism, Socialism and Democracy*, 1942), onde o ambiente industrial é estável, as barreiras à entrada são altas e a inovação é gerada pelas grandes firmas já estabelecidas. Em tal contexto, a competição tecnológica toma a forma da “acumulação criativa”, com as empresas já estabelecidas introduzindo inovações através da consolidação gradativa de suas capacidades tecnológicas. (FONTANA et al., 2012). Para alguns autores, tal distinção é muito simplificadora, de modo que não fornece um retrato fiel da diversidade dos padrões inter-setoriais das atividades inovativas. Nesse sentido, Pavitt (1984) propôs uma classificação dos padrões de inovação setoriais em quatro grandes grupos: indústrias baseadas em ciência, indústrias intensivas em escala, indústrias de fornecedores especializados, indústria dominadas pelos fornecedores:

a) Indústria baseadas em ciência: onde os laboratórios de P&D têm grande importância no desenvolvimento tecnológico, implicando na dependência do conhecimento, habilidades e técnicas oriundas da pesquisa científica. Seu padrão de desenvolvimento tecnológico caracteriza-se pela busca de novos produtos e novos mercados. Setores típicos são as indústrias química e eletrônica.

b) Indústrias intensivas em escala: forte importância do desenvolvimento e melhoria de processos, caracterizando-se pelo ganho de escala produtivo como fonte de vantagens competitivas. Predomínio de inovações incrementais tanto em produto como em processos, devido às características conservadoras do setor. Importantes fontes de inovação são as áreas internas de P&D e engenharia, a experiência e conhecimento das operações e fornecedores especializados. Setores típicos: indústria automotiva, bens de consumo duráveis, produção de commodities.

c) Indústrias de fornecedores especializados: geralmente são empresas pequenas que fornecem produtos e serviços de alta tecnologia para sistemas complexos de produção, processamento de informações ou desenvolvimento de produtos. Baseiam seu padrão de inovação nas necessidades específicas de clientes e no acompanhamento do mercado. Setores típicos: software, Instrumentos e Máquinas.

d) Indústrias dominadas pelos fornecedores: caracteriza-se principalmente pela dependência das inovações vindas de seus fornecedores de insumos e equipamentos. A inovação seria principalmente por meio da adoção de tecnologias de seus fornecedores (processos, equipamentos, materiais), que, por estarem disponíveis para todo o mercado, não formariam vantagem competitiva sustentável. Setores típicos: agricultura, indústria têxtil.

Tal abordagem é considerada uma das pioneiras em demonstrar empiricamente como a diversidade de tecnologias entre diferentes setores industriais cria diferentes padrões de inovação. Com o objetivo de refinar ainda mais a taxonomia de Pavitt (1984), Marsili (2001, apud Marsili e Verspagen, 2001) propôs uma classificação em cinco regimes, levando em consideração a natureza do conhecimento tecnológico subjacente aos processos inovativos e baseada em evidências empíricas de patentes, estatísticas de P&D, surveys de inovação, etc. Os grupos propostos pela autora são os seguintes:

a) Regime baseado em ciência: são aqueles onde a base de conhecimento das atividades inovativas está nas ciências físicas e biológicas. É um regime típico das indústrias farmacêuticas e de eletroeletrônicos, e é caracterizado por altos níveis de oportunidade tecnológica, grandes barreiras tecnológicas à entrada que surgem da alta especificidade do conhecimento aplicado aos processos produtivos, além de elevada cumulatividade da inovação.

b) Regime de processos fundamentais: está associado às tecnologias químicas, nas indústrias químicas e do petróleo. Possui um nível médio de oportunidade tecnológica, altas barreiras à entrada – especialmente devido à vantagens de escala na inovação –, e alta persistência da inovação, que é fundamentalmente orientada aos processos.

c) Regime de sistemas complexos de conhecimento: apresenta uma base de conhecimento que combina as tecnologias mecânicas, de transporte e eletroeletrônica. Comumente relacionado aos setores automobilísticos e aeroespaciais, é caracterizado por níveis médios a altos de oportunidade tecnológica, barreiras à entrada no conhecimento e na escala, e persistência da inovação. Sua principal característica é o elevado grau de diferenciação das competências tecnológicas desenvolvidas pelas firmas.

d) Regime de engenharia de produto: relacionado às tecnologias de engenharia mecânica e caracterizado por níveis médios a altos de oportunidade tecnológica, baixas barreiras à entrada inovativa e persistência inovativa não muito elevada. Associada principalmente aos setores de maquinaria e instrumentos não-elétricos, possui alto nível de diversificação das trajetórias tecnológicas exploradas pelas firmas.

e) Regime de processo contínuo: inclui uma variedade de atividades produtivas, como indústrias de processos metalúrgicos (metais e materiais de construção) e químicos (têxteis, papel, alimentos e tabaco). Sua base de conhecimentos é caracterizada pela combinação de processos químicos/metalúrgicos com tecnologias mecânicas/elétricas. É geralmente caracterizado pela baixa oportunidade tecnológica, reduzidas barreiras à entrada e persistência inovativa lenta. As firmas são tecnologicamente heterogêneas e sua base de conhecimentos é bastante diferenciada entre os campos técnicos.

De forma a visualizar mais sucintamente as diferenças entre os regimes, a Tabela 1 resume as definições dadas acima.

Tabela 1 - Regimes tecnológicos e suas características

RTs	Oportunidade Tecnológica	Barreiras tecnológicas à entrada	Persistência inovativa	Diversidade entre firmas	Fontes externas de conhecimento	Natureza da inovação
Baseado em ciência	Alta	Alta	Alta	Baixa	Instituições públicas e joint-ventures	Produto
Processos básicos	Média	Alta	Alta	Média	Firmas subsidiárias e usuários	Processo
Sistemas complexos	Média	Média-Alta	Alta (em tecnologia mas não em produtos)	Média	Sistema complexo de fontes	Produto
Engenharia de produto	Média-Alta	Baixa	Média-Baixa	Alta	Usuários	Produto
Processos contínuos	Baixa	Baixa	Alta (em metalurgia), mas não nos demais nem nos produtos	Alta	Fornecedores	Processo

Fonte: elaboração própria, com base em Marsili (2001).

Cabe agora indagar o papel das políticas industriais tradicionalmente consideradas como seletivas que envolvem a mobilização de instrumentos diretos de intervenção, de acordo com metas fixadas para setores particulares. Inicialmente, aceita-se o relativo consenso na literatura

evolucionista de que políticas intervencionistas setoriais são tanto mais necessárias quanto maior o atraso econômico de um país (Dosi et al. (1990); Lundvall, 1994; Johnson, 1984; Baptista, 1998). Em países menos desenvolvidos em processo de catching up, é possível estabelecer, com certa facilidade, as atividades prioritárias a serem implementadas a partir da existência de um referencial relativamente preciso dos paradigmas tecnológicos existentes nos diferentes setores, referencial esse a ser fornecido pelas taxonomias, que por sua vez servem como um guia para a ação pública.

#### **2.4. Perspectiva evolucionária das políticas industriais tecnológicas**

Para a teoria evolucionária, tecnologias não são meros meios de se solucionar problemas operacionais estabelecidos e facilmente perceptíveis, mas frutos de um processo assimétrico e evolucionário que apresenta características próprias e demandam estruturas de longo prazo e condições específicas para sua emergência. Da mesma forma, tecnologias não podem ser consideradas como elementos exógenos aos sistemas econômicos, que são integradas através da incorporação de novas máquinas e bens de capitais com conteúdo tecnológico livremente disponíveis e de fácil mobilidade.

As relações entre ciência, tecnologia e inovação são alvo de grande debate na literatura preocupada em desenvolver políticas tecnológicas visando a indução de inovações como um processo fundamental para o desenvolvimento econômico. O interesse da sociedade na inovação e no desenvolvimento tecnológico, que legitima a intervenção na dinâmica dos mercados através de políticas públicas, se deve às potencialidades advindas desse fenômeno para a melhoria do bem-estar social e nos ajustes estruturais que as inovações ocasionam no sistema econômico (HALL, 1986).

É reconhecido que a competitividade de empresas, setores e nações tem profundas relações com a dinâmica do desenvolvimento tecnológico e da inovação (NELSON, 1996). E dadas as grandes incertezas inerentes à inovação, os retornos esperados em investimentos em P&D e projetos de inovação tecnológica podem apresentar uma grande variância se comparado a investimentos em projetos com tecnologias já dominadas pelas empresas. Essa grande variância pode coibir investimentos em novas tecnologias e inovação no nível socialmente desejado. Assim, políticas tecnológicas específicas são necessárias para induzir os mercados a níveis satisfatórios de inovação (HALL, 1986).

A amplitude da participação do Estado na promoção das atividades inovativas de um país pode ser mais ou menos apoiada em função da base econômica teórico-analítica sob a qual ela é analisada. Nesse sentido, duas correntes que buscam justificar o estabelecimento de políticas industriais podem ser destacadas: uma ligada às ideias neoclássicas e outra associada à corrente neoschumpeteriana. A primeira baseia-se na hipótese de que intervenções do Estado só são justificáveis para a correção de eventuais falhas de mercado, que afastem a economia de seu estado ótimo. Nesse sentido, as intervenções de política industrial devem ser unicamente de caráter horizontal, uma vez que a concessão de incentivos públicos deve ser balizada pela neutralidade, de modo a evitar que se dê tratamento privilegiado à setores específicos em detrimentos de outros (NASSIF, 2003).

Já a abordagem que segue a linha schumpeteriana e neoschumpeteriana, também denominada evolucionária, aborda a questão da geração de capacitações tecnológicas. De acordo com Suzigan e Furtado (2010), em tal perspectiva, o foco está na competência dos agentes econômicos em promover inovações que possam transformar o sistema produtivo (SUZIGAN e FURTADO, 2010). Tal abordagem, portanto, tem um cunho verticalista. Steingraber e Gonçalves (2011) ressaltam que diversas correntes do pensamento econômico heterodoxo são favoráveis à políticas industriais verticais, como cepalinos, estruturalistas, keynesianos, desenvolvimentistas e evolucionários.

Em contraste com a corrente principal da teoria econômica, que admite realizar políticas industriais apenas para corrigir falhas de mercado, os autores neoschumpeterianos e evolucionários têm uma visão mais próxima do mundo real, fundamentada em evidência empírica. O enfoque evolucionário

[...] toma por base uma rigorosa observação dos fenômenos econômicos que, segundo Nelson e Winter (1982), constitui o que denominam teoria apreciativa. Combinada com a visão Schumpeteriana do papel estratégico da inovação no desenvolvimento econômico, essa teoria descarta o pressuposto do equilíbrio e, sob hipóteses realistas de que o comportamento dos agentes econômicos baseia-se em racionalidade limitada e que o conhecimento é predominantemente tácito e idiossincrático, admite que tecnologias, estruturas industriais, formas de organização das empresas e instituições coevoluem, tendo a inovação como força motora (SUZIGAN e FURTADO, 2010, p. 11-12).

As abordagens de política industrial tradicional abrangem tanto as visões horizontais dos ortodoxos quanto as ideias verticais dos heterodoxos. Contudo, a abordagem schumpeteriana visa adicionar outro elemento importante na equação, dado pela questão

tecnológica. Como pontua Steingraber e Gonçalves (2011), sendo a tecnologia elemento chave na mudança social, e dado que o conhecimento tecnológico é construído socialmente, as políticas industriais devem seguir pelo mesmo caminho, articulando os envolvidos no progresso tecnológico e no processo inovativo.

Desta maneira, as políticas industriais evolucionistas, também denominadas políticas industriais e de inovação, defendem a ideia de que o governo atue de maneira mais objetiva em relação aos elementos tecnológicos e seus reflexos sobre a sociedade. Como destaca Gadelha (2001), tais políticas devem se orientar pelo estímulo às interações que sejam mais favoráveis ao aprendizado. Assim, as políticas econômicas lineares e a dualidade público-privada devem ser superadas, dando lugar à um padrão de intervenção mais indireto, que vise criar ambientes favoráveis às estratégias de inovação por parte das empresas.

Nassif (2003) também pontua que, diferentemente do conhecimento, a tecnologia não é facilmente transferível à escala global, e seu processo de aprendizado, bem como o desenvolvimento de capacitações, é custoso, especialmente em países em desenvolvimento, uma vez que, devido ao gap tecnológico destes em relação aos países desenvolvidos, os esforços necessários para acompanhá-los devem ser muito maiores. Diante de tais aspectos, surgem implicações importantes para a definição de políticas públicas que visem estimular o setor industrial e a inovação. Mais precisamente,

“... nessas condições, a política industrial não deve ser apenas reativa a falhas de mercado e sim ativa, abrangente, direcionada a setores ou atividades industriais indutoras de mudança tecnológica e também ao ambiente econômico e institucional como um todo, que condiciona a coevolução das estruturas de empresas e indústrias e da organização institucional, inclusive a formação de um sistema nacional de *inovação*” (SUZIGAN e FURTADO, 2010, p. 12).

Com isso, as políticas industriais e tecnológicas podem criar condições favoráveis ao desenvolvimento econômico liderado pela indústria e impulsionado por inovação. Isto implica compatibilizar objetivos, metas e instrumentos de política industrial e tecnológica entre si e com a política macroeconômica e investimentos em infraestrutura econômica e social.

Assim, políticas públicas com um viés mais intervencionista podem fazer um grande sentido e trazer eficiência ao sistema nessa abordagem. Conforme Burlamaqui (2000), no cenário concebido pela teoria neoschumpeteriana, onde finanças, tecnologias e concorrência estão constantemente apontando para resultados inesperados e imprevisíveis, políticas públicas

que colaboram para a transformação industrial são uma permanente necessidade ditada pelo próprio comportamento do mercado e não por suas falhas (NASSIF, 2003).

Embasada em tal ideia, a abordagem evolucionária aceita ou recomenda que, quando apropriado, o Estado lance mão de políticas seletivas ou verticais. De acordo com a corrente neoschumpeteriana, o objetivo central de uma política deve ser construir ou garantir a competitividade, mas em termos sistêmicos. Para isso, devem-se combinar políticas de cunho horizontal com mecanismos seletivos de política, estimulando os empresários a buscarem o aprimoramento ou métodos de produção que se mostrem mais eficientes no longo prazo (NASSIF, 2003).

O sentido e a racionalidade dessas intervenções devem ser considerados nos casos concretos, isto é, na realidade observada, e aqui revela-se a importância que a teoria evolucionária dá à análise política e à pesquisa empírica. De acordo com Nelson e Winter (2005), o papel da análise é aumentar a compreensão do problema. Diferentemente da abordagem neoclássica, que visa encontrar um ótimo, a abordagem evolucionária procura identificar os próximos movimentos razoáveis no jogo do desenvolvimento da política. Para fazer essa avaliação, é necessário ter uma boa compreensão estratégica sobre o jogo em questão, e é precisamente nesse ponto que a análise política ganha relevância. Em outras palavras, as intervenções devem ser realizadas calcadas em razões justificadas empiricamente, e não meramente em aspectos puramente teóricos (NELSON e WINTER, 2005).

Ainda, segundo Gadelha (2001), as políticas industriais evolucionistas pressupõem um Estado flexível, que esteja comprometido com os processos de mudança, e que seja dotado de uma capacidade de análise estratégica elevada, de modo a identificar os progressos em curso e promover um ambiente favorável à novos avanços. Assim, a reestruturação das formas tradicionais de intervenção estatal é um dos pressupostos mais importantes da abordagem evolucionista, sendo que tal abordagem pressupõe padrões intervencionistas muito distintos daqueles existentes empiricamente até o presente, especialmente nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos.

Um dos aspectos importantes de tais intervenções diz respeito à necessidade de se conhecer os padrões tecnológicos de cada setor, em cada contexto, a fim de delinear mais precisamente os meios necessários para que o desenvolvimento tecnológico floresça. As tipologias surgem como ferramentas importantes para caracterizar e compreender melhor tais

padrões, fornecendo descrições mais precisas das realidades setoriais, a fim de balizar as ações de intervenção ajustadas às especificidades existentes.

Apesar de variadas e identificadas concretamente, as intervenções governamentais na teoria neochumpeteriana concentram-se usualmente em três grandes áreas: estímulo empresarial e coordenação de investimento (redução de incertezas através da elaboração e negociação de estratégias de investimentos); gerenciamento da “destruição criadora” (amenizar os problemas decorrentes das mudanças estruturais); e a construção de aparatos institucionais (BURLAMAQUI, 2000).

Para aumentar as possibilidades de êxito, políticas tecnológicas devem se ajustar às especificidades tecnológicas em cada setor industrial. Sendo dotados de características particulares e diferentes entre si no que diz respeito à maneira como a tecnologia é desenvolvida e apropriada, cada setor carece de ações que reconheçam tais diferenças e possam se ajustar mais adequadamente às suas necessidades e possibilidades. Políticas de cunho horizontal tendem a ignorar tais especificidades, o que pode configurar um bloqueio ao desenvolvimento mais propício dos potenciais setoriais.

## **2.5. As políticas industriais tecnológicas no Brasil**

A industrialização brasileira, caracterizada por seu perfil tardio, tem sido alvo de mudanças substanciais nas políticas de apoio à inovação desde fins da década de 1990, buscando inserir o país em um novo padrão produtivo, em um processo de catching-up em relação aos países desenvolvidos. Entretanto, as políticas industriais tecnológicas ainda enfrentam diversos problemas que têm sido fonte de frustrações na consecução dos objetivos estabelecidos. Suzigan e Furtado (2010) apontam tais fracassos sobretudo ao aspecto institucional demasiadamente complexo vigente, o que leva à sua morosidade, baixa articulação e dispersão das ações. Além disso, seus quadros técnicos carecem de formação adequada. Outro aspecto institucional relevante diz respeito ao seu enrijecimento, de forma que velhas práticas, surgidas sobretudo no contexto do período pós-guerra, continuem a ser praticadas, mesmo não sendo mais adequadas às novas configurações do ambiente industrial, como a abertura da economia, a competição internacional e o foco em inovação. Os autores sumarizam suas críticas atestando que:

[...] as atuais instituições da área não atuam de forma sistêmica ou articulada, com base em visão compartilhada; estão, em muitos casos, envelhecidas, marcadas por suas missões do passado – por isso, têm dificuldades para responder aos desafios impostos seja pela dinâmica do crescimento econômico impulsionado por inovações, seja por uma visão de futuro da indústria e da tecnologia; constituem um conjunto extremamente complexo, fragmentado, com grande dispersão de instrumentos que, por vezes, geram conflitos de competências; operam com quadros técnicos que ainda não têm todas as capacitações requeridas por missões mais qualitativas e sofisticadas, relacionadas a visões prospectivas de política industrial e tecnológica; geram grandes dificuldades em termos de articulação de instrumentos e da política industrial com outras políticas e com o setor privado, e, sobretudo, têm um frágil comando político e uma séria deficiência de coordenação. (SUZIGAN e FURTADO, 2010, p. 21).

Além dessas críticas, Suzigan e Furtado (2010) ainda mencionam o caráter da dualidade entre políticas horizontais versus verticais. Apesar das políticas verticais serem por natureza não-neutras, as horizontais – na maioria das vezes – tampouco o são: ainda que um apoio diferenciado para pequenas e médias empresas seja uma medida horizontal, por exemplo, ela irá obviamente excluir determinados setores, caracterizados pelas grandes empresas. Assim, segundo os autores, tanto as concepções verticais quanto as horizontais são insuficientes, e ter que escolher entre um ou outro tipo apenas restringe o alcance da política industrial. Por esse motivo, a reconstrução da política industrial passa pela necessidade de articulação entre essas duas dimensões. Tal caráter híbrido já é possível de ser vislumbrado, por exemplo, na PITCE, ao privilegiar determinados setores (verticalismo) que por sua vez gerarão resultados a serem apropriados pelos demais setores (horizontalismo) e pela economia como um todo. Ainda, como exemplos de leis de caráter horizontal, podem ser mencionadas a Lei de Inovação e a Lei do Bem, enquanto que no aspecto vertical é possível mencionar a Lei de Informática.

A Lei do Bem (Lei 11.196/2005), entre outros dispositivos, estabelece regimes especiais de tributação para exportação de serviços de tecnologia da informação e de aquisição de bens de capital para empresas exportadoras, além de prover incentivos fiscais à inovação tecnológica. Neste último item em específico, é estabelecida, por exemplo, a possibilidade de que os dispêndios com pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica classificáveis como despesas operacionais possam ser deduzidos na apuração do lucro líquido para cálculo do Imposto de Renda sobre a Pessoa Jurídica, além de definir redução de 50% do Imposto sobre

Produtos Industrializados (IPI) incidente sobre máquinas, equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados à pesquisa e desenvolvimento tecnológico (BRASIL, 2005).

A Lei de Inovação (Lei 10.973/2004), por sua vez, estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica, visando a capacitação, a autonomia tecnológica e o desenvolvimento industrial nacional. Para tanto, define estímulos para que as Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT) participem do processo de inovação, além de prover incentivos à inovação nas empresas através da União, das ICTs e de agências de fomento, mediante concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infra-estrutura (BRASIL, 2004).

Já a Lei de Informática (Lei 8.248/1991) dispõe, entre outras providências, sobre a capacitação e competitividade dos setores de informática e automação. Entre as medidas estabelecidas, estão o direcionamento de benefícios fiscais à empresas de desenvolvimento ou produção de bens e serviços de informática e automação que investirem em pesquisa e desenvolvimento em tecnologia da informação, como a redução, até 2024, de 80% do IPI incidente sobre máquinas, aparelhos e instrumentos importados ou de fabricação nacional (BRASIL, 1991).

A hibridização, isto é, a utilização de mecanismos tanto verticais quanto horizontais, visa aproveitar as vantagens de cada uma dessas abordagens. Para Suzigan e Furtado (2010), se a política industrial é necessária para a construção de trajetórias e atingir objetivos que as forças de mercado falham em alcançar, então ela deve se valer dos instrumentos e os recursos mais adequados possíveis para a consecução dos seus objetivos, e quanto mais adequados forem esses meios, tanto melhor. Assim, a articulação das dimensões verticais e horizontais poderia servir como fundamento para a reconstrução da política industrial nacional.

Yonamimi e Gonçalves (2010), ao focar o financiamento do crescimento da indústria nacional, constatam que as dinâmicas de financiamento aos setores com maiores oportunidades tecnológicas, capazes de impulsionar o crescimento agregado da economia, são inadequadas à implementação de inovações. Os autores distinguem dois tipos de financiamento às atividades inovativas, seguindo a conceituação de Zysman (1983): i) market-based, onde não há necessidade de conhecer o comportamento passado das firmas, podendo levar à exploração de novos paradigmas tecnológicos, sendo que o incentivo à inovação se dá via venture capital; ii) bank-based, onde a importância do aprendizado é maior que da seleção, de modo que os bancos

ofertam crédito levando em consideração o comportamento passado das empresas, dificultando assim o investimento em inovação.

Dentro desses conceitos, Yonamimi e Gonçalves (2010) concluem que nos RTs com altas oportunidades tecnológicas e persistência da inovação, o tipo de financiamento que prevalece é o bank-based, sendo que o ideal para sua expansão seria o market-based. Por outro lado, os setores caracterizados como menos inovativos estão numa condição de financiamento melhor. Tais constatações revelam que as dinâmicas do financiamento industrial no Brasil estão em descompasso com os regimes tecnológicos existentes.

Ao avaliar os impactos da Lei de Informática (1991) e da Lei do Bem (2006) sobre os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, Kannebley Jr. e Porto (2012) constatam que a primeira Lei não apresentou efetividade em propiciar estímulos à tais investimentos nas empresas, sendo, ao longo de vinte anos, incapaz de alterar a capacidade competitiva dos setores de Tecnologia da Informação e Comunicação. Tal fracasso é devido, sobretudo, ao seu excessivo intervencionismo focado em garantir privilégios aos produtores nacionais pela isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), exigindo como contrapartida o comprometimento de aplicação de recursos em P&D&I e a obrigatoriedade de conteúdo nacional dos produtos, além de apresentar discricionariedade na aprovação dos projetos de inovação.

Por outro lado, os autores apontam que a Lei do Bem apresentou resultados mais positivos, estando associada a um aumento médio entre 7% e 11% sobre os dispêndios em P&D&I. Tal superioridade em relação à Lei de Informática deve-se em grande parte ao fato de estar mais alinhada à concepção moderna de incentivo fiscal, sendo orientada para o mercado e possuindo baixo custo administrativo. Contudo, a Lei ainda é restrita às empresas que atuam em regime de lucro real, em geral as de grande porte.

Luna, Moreira e Gonçalves (2008), ao analisar as fontes de financiamento das atividades de inovação no Brasil em 2003, constataram que a maioria dos recursos é majoritariamente de origem própria, situando-se na ordem média de 90%. Além disso, as empresas de menor porte são as que mais dependem de tais recursos, sendo as que menos utilizam os recursos de origem pública e também as que mais dependem de recursos privados de terceiros. Os autores também verificam que, apesar de a participação do setor público brasileiro nos investimentos em P&D ser maior do que 60% dos outros países analisados, tais investimentos se dão, em sua grande maioria, à instituições de ensino superior. Por fim, notam que também falta ao empresariado

brasileiro o conhecimento sobre o tipo mais adequado de financiamento para suas necessidades, além de faltar, no geral, uma cultura de inovação mais voltada para o mercado. Nesse sentido, é possível constatar que as políticas tecnológicas têm fracassado tanto pelas falhas governamentais quanto pela baixa cultura inovativa das empresas.

Considerando os resultados apontados por diferentes autores, é possível observar que, no caso brasileiro, tanto as políticas verticais (Lei da Informática) quanto as horizontais (Lei do Bem e Lei de Inovação) estão distantes de alcançar seus efeitos esperados. Tal constatação reforça a ideia de que a raiz dos problemas é anterior à própria definição da orientação das políticas, podendo ser encontrada no aparato institucional nacional e em suas características apontadas por Suzigan e Furtado (2010): enrijecimento, complexidade exagerada, morosidade, pouca articulação e quadros técnicos inadequados.

Botelho e Almeida (2012), ao inquirir sobre o caráter regional das duas principais políticas federais descentralizadas de apoio à pesquisa e inovação – o Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (PAPPE) e sua modalidade de subvenção à micro e pequenas empresas (PAPPE Subvenção) –, concluem que a existência de uma rede estadual de instituições de ensino superior (IES), sobretudo com atividades de pós-graduação, é determinante sobre a capacidade que o Estado terá de desenvolver uma política de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) adequada às suas demandas regionais. Ainda, os autores encontram outros obstáculos para os programas em questão, como a demora na implementação, em geral causada por falhas institucionais/organizacionais, ambiguidade em relação à fronteiras institucionais e instabilidade nos repasses dos recursos do tesouro estadual. Ou seja, a efetividade das medidas descentralizadas depende fundamentalmente do estágio de desenvolvimento das instituições locais.

Considerando os três tipos de intervenções governamentais existentes na teoria neoschumpeteriana citados por Burlamaqui (2000), pode-se atestar que as intervenções realizadas no Brasil se enquadram, em geral, no primeiro e no terceiro tipo: estímulo empresarial e coordenação do investimento; e construção de aparatos institucionais. A Lei do Bem e a Lei de Informática constituem exemplos de intervenções que visam estimular os empresários; já políticas como a PAPPE e a PAPPE Subvenção podem ser enquadrados como de cunho institucional, bem como o aparato maior dado pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE).

Como notam Felipe, Pinheiro e Rapini (2011), mesmo a consecução dos programas envolvidos na PITCE não ocorrem sem dificuldades, dada a ausência de uma base institucional que seja capaz de buscar a convergência e a coordenação entre as políticas industriais e as ações de ciência, tecnologia e inovação; e também pela falta de instrumentos e ações que sejam capazes de superar a desarticulação histórica entre objetivos e resultados da política macroeconômica adotada, e os objetivos das políticas de ciência, tecnologia e inovação.

Salerno e Kubota (2008) ressaltam que, apesar dos progressos recentes na implementação de políticas mais sistemáticas de apoio à inovação, o país ainda carece de adequações institucionais que alinhem as políticas para que sejam capazes de estimular a diferenciação dos produtos e abordar segmentos e aspectos não tangíveis, como softwares, marcas e internacionalização de ativos. Para os autores, é essencial induzir uma transformação da base produtiva para segmentos de maior valor agregado, que gerem mais renda e estejam menos sujeitos às variações de preços das commodities.

Em face do exposto, percebe-se que uma carência comum é a utilização dos regimes tecnológicos para se verificar seus impactos tanto sobre as taxas de inovação dos setores da indústria brasileira, quanto sobre a estimação dos parâmetros de influência de outras variáveis sobre tal taxa, em especial no que diz respeito ao apoio do governo às atividades de inovação. Desta forma, a sequência deste trabalho apresenta os procedimentos metodológicos realizados para contribuir para tal investigação e os resultados obtidos, suas interpretações e implicações.

### 3. METODOLOGIA

A presente seção descreve as etapas e procedimentos metodológicos utilizados para a consecução dos objetivos propostos. Inicialmente, definem-se as variáveis escolhidas e como serão obtidas. Posteriormente, introduz a análise discriminante e os procedimentos para sua aplicação. O terceiro item apresenta-se o modelo de regressão a ser aplicado, bem como suas hipóteses subjacentes. Por fim, descreve-se a fonte dos dados ora utilizados.

#### 3.1 Definição das variáveis

Para analisar a influência do regime tecnológico na determinação dos impactos das políticas tecnológicas no desempenho inovativo da indústria brasileira será utilizado um modelo de regressão cuja variável dependente é a taxa de inovação. O modelo econométrico têm como principal objetivo identificar a influência das variáveis consideradas relevantes para o objeto da pesquisa, sejam elas quantitativas ou qualitativas, sobre a taxa de inovação dos setores nacionais da indústria (variável explicada). Entre as variáveis explicativas serão incorporadas variáveis binárias que diferenciam os grupos de setores formados de acordo com as especificidades tecnológicas e uma variável indicadora do apoio governamental às atividades inovativas de cada setor.

a) Taxa de Inovação: Para a composição da variável Taxa de Inovação serão utilizadas as informações coletadas pela Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), desagregada ao nível de dois dígitos. Os dados compunham um quadro de atividades selecionadas da indústria nos anos 2000, 2003, 2005, 2008 e 2011. Foram selecionados, para cada setor, o total de empresas que implementaram atividades de inovação em relação ao total de empresas do mesmo setor. A Taxa de Inovação, portanto, equivale à proporção de empresas inovadores existentes em cada setor, representando, assim, a uma medida da presença das atividades inovativas dentro dos mesmos, e é representada no modelo econométrico pela sigla  $Inov_i$ .

b) Tamanho médio do setor: Para a composição dessa variável foram utilizados dados da PINTEC. O tamanho médio do setor é obtido fazendo a divisão da receita líquida anual de cada setor pelo total de empresas da indústria abrangidas pela PINTEC e é representado no modelo econométrico pela sigla  $Tam_i$ .

c) Gasto Médio com P&D: Utilizando a base de dados PINTEC, a variável gasto médio com P&D é obtida fazendo a divisão dos gastos de cada setor com Pesquisa & Desenvolvimento pelo total de empresas da indústria brasileira abrangidas pela PINTEC. Essa variável é representada no modelo econométrico pela sigla  $PD_i$ .

d) Gasto médio com máquinas e equipamentos: Com base em dados da PINTEC, a variável gasto médio com máquinas e equipamentos é obtida fazendo a divisão dos gastos de cada setor com máquinas e equipamentos pelo total de empresas da indústria abrangidas pela PINTEC. Essa variável é representada no modelo econométrico pela sigla  $ME_i$ .

e) Apoio do Governo para Inovar: A variável Apoio do Governo para Inovar, também pertencente à base PINTEC, considera o apoio do governo nas seguintes situações: incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica, incentivo fiscal da lei da informática, subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores, financiamento de projetos de P&D e inovação tecnológica em parceria e sem parceria com universidades ou institutos de pesquisa, financiamento exclusivo para compra de máquinas e equipamentos para inovar, bolsas de pesquisa, aporte de capital de risco, outros. A variável é obtida por meio da divisão do número de empresas que receberam apoio do governo pelo total de empresas em cada setor. Essa variável é representada no modelo econométrico pela sigla  $AGI_i$ .

f) Dummies: Serão utilizadas variáveis binárias indicativas de setor, agrupados em 5 categorias diferentes, seguindo a definição de Marsili (2001). Os setores que compõe cada categoria são apresentados no Apêndice 1. As dummies são representadas no modelo econométrico pelas siglas D2 a D5 (um dos setores é excluído das dummies de modo a se evitar o problema de multicolineariedade perfeita, conhecido nesse caso como armadilha da variável dummy (GREENE, 2003)).

Desta forma, salvo as variáveis binárias, todas as demais são valores médios ou percentuais – inclusive a variável de apoio governamental, que representa o percentual de empresas que receberam tal apoio.

### **3.2 A análise discriminante**

Com o objetivo de verificar quais variáveis em questão possuem maior capacidade de discriminar entre os regimes tecnológicos, isto é, quais variáveis estão mais fortemente associadas com determinados regimes, utilizar-se-á da análise discriminante. Tal análise

consiste num método de estatística multivariada que, segundo Mingoti (2005), possibilita a classificação de elementos de uma dada amostra de acordo com grupos previamente conhecidos. Além disso, é possível elaborar uma regra de classificação a ser utilizada para enquadrar eventuais novas observações nos grupos existentes.

Diferentes métodos discriminatórios podem ser utilizados, a depender das características da amostra e dos propósitos da análise. Para o presente trabalho, será utilizada a função linear discriminante de Fischer. Tal função, segundo Johnson e Wichern (2007), tem o objetivo de encontrar uma ou mais combinações lineares das variáveis  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , dadas por:

$$Y = a'X \quad (01)$$

cujo valor esperado é

$$E(Y) = a'E(X|\pi_i) = a'\mu_i \quad (02)$$

para a população pertencente ao grupo  $\pi_i$ . A variância de Y, por sua vez, é dada por

$$Var(Y) = a'Cov(X)a = a'\Sigma a \quad (03)$$

para todas as populações. Assim, o valor esperado  $\mu_{iY} = a'\mu_i$  muda conforme é alterada a população de onde X é obtido. Inicialmente, define-se a média geral por

$$\begin{aligned} \bar{\mu}_i &= \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g \mu_{iY} = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g a'\mu_i = a' \left( \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g \mu_i \right) \\ &= a'\bar{\mu} \end{aligned} \quad (04)$$

de onde é possível obter a seguinte razão

$$\text{soma do quadrado das distâncias das populações para a média geral de } Y = \sum_{i=1}^g (a'\mu_i - a'\bar{\mu})^2 \quad (05)$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^g (a' \mu_i - a' \bar{\mu})^2}{a' \Sigma a} = \frac{a' (\sum_{i=1}^g (\mu_i - \bar{\mu})(\mu_i - \bar{\mu})') a}{a' \Sigma a}$$

A razão dada por (07) mensura a variabilidade entre os grupos de valores de Y em relação à variabilidade em comum dentro dos grupos. Pode-se então selecionar  $a$  de forma a maximizar tal razão. Geralmente,  $\Sigma$  e  $\mu$  não estão disponíveis, mas tem-se um “conjunto de treino” que consiste nas observações classificadas corretamente. Supondo-se que tal conjunto consista de uma amostra aleatória de tamanho  $n_i$  para a população  $\pi_i, i = 1, 2, \dots, g$ . Denote-se o conjunto de dados  $n_i \times p$ , da população  $\pi_i$ , por  $X_i$ , e sua  $j$ -ésima linha por  $x'_{ij}$ . Após construir os vetores de médias amostrais, dado por

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad (06)$$

e as matrizes de covariâncias  $S_i, i = 1, 2, \dots, g$ , define-se o vetor de “média geral”

$$\bar{x} = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g \bar{x}_i \quad (07)$$

que é o vetor de média  $p \times 1$  das médias amostrais individuais. Em seguida, define-se a matriz amostral entre grupos por

$$B = \sum_{i=1}^g (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x})' \quad (08)$$

e uma estimativa de  $\Sigma$  é baseada na matriz amostral dentro dos grupos, sendo expressa por

$$W = \sum_{i=1}^g (n_i - 1) S_i = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{ij} - \bar{x}_i)' \quad (09)$$

Desta maneira,  $W / (n_1 + n_2 + \dots + n_g - g) = S_{pooled}$  é a estimativa de  $\Sigma$ .

Sejam  $g$  populações e  $p$  variáveis, e sejam  $\hat{\lambda}_1, \hat{\lambda}_2, \dots, \hat{\lambda}_s > 0$  os  $s \leq \min(g-1, p)$  autovalores não-nulos de  $W^{-1}B$ , e ainda considere-se  $\hat{e}_1, \hat{e}_2, \dots, \hat{e}_s$  os correspondentes autovetores (normalizados, de forma que  $\hat{e}' S_{pooled} \hat{e} = 1$ ). Assim, o vetor de coeficientes  $\hat{a}$  que maximiza a razão

$$\frac{\hat{a}' B \hat{a}}{\hat{a}' W \hat{a}} = \frac{\hat{a}' (\sum_{i=1}^g (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})') \hat{a}}{\hat{a}' [\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{ij} - \bar{x}_i)] \hat{a}} \quad (10)$$

é dado por  $\hat{a}_1 = \hat{e}_1$ . A combinação linear  $\hat{a}'_1 x$  é denominada de primeira discriminante amostral. A escolha  $\hat{a}_2 = \hat{e}_2$  produz a segunda discriminante amostral,  $\hat{a}'_2 x$ , e continuando obtém-se  $\hat{a}'_k x = \hat{e}'_k x$ , o  $k$ -ésimo discriminante,  $k \leq s$ .

Para classificar os elementos amostrais dentro dos grupos, elabora-se então uma regra de classificação. Fazendo

$$Y_k = \hat{a}'_k x = k - \text{ésimo discriminante}, k \leq s \quad (11)$$

conclui-se que

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_s \end{bmatrix} \text{ possui vetor de média } \mu_{iY} = \begin{bmatrix} \mu_{iY_1} \\ \vdots \\ \mu_{iY_s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a'_{1\mu_i} \\ \vdots \\ a'_{s\mu_i} \end{bmatrix}$$

sob população  $\pi_i$  e matriz de covariância  $I$  para todas as populações. Dado que os componentes de  $Y$  possuem variâncias unitárias e covariâncias nulas, a medida apropriada do quadrado da distância de  $Y = y$  para  $\mu_{iY}$  é

$$(y - \mu_{iY})'(y - \mu_{iY}) = \sum_{j=1}^s (y_j - \mu_{iY_j})^2 \quad (12)$$

Uma regra razoável de classificação é uma que associe  $y$  à população  $\pi_k$  se o quadrado da distância de  $y$  para  $\mu_{kY}$  é menor do que o quadrado da distância de  $y$  para  $\mu_{iY}$  sendo  $i \neq k$ . Se apenas  $r$  discriminantes são usados para a classificação, a regra é: aloque  $x$  para  $\pi_k$  se

$$\sum_{j=1}^r (y_j - \mu_{kY_j})^2 = \sum_{j=1}^r [a'_j(x - \mu_k)]^2 \leq \sum_{j=1}^r [a'_j(x - \mu_i)]^2, \forall i \neq k \quad (13)$$

### 3.3 O modelo de regressão

Serão utilizados dois modelos de regressão: o primeiro modelo engloba apenas as variáveis quantitativas: taxa de inovação (variável dependente), tamanho da firma, investimento em P&D e investimento em máquinas e equipamentos; o segundo modelo faz uso das variáveis dummies, que representam os setores específicos da indústria brasileira nos quais as firmas estão inseridas. Dessa maneira, será possível analisar os dois modelos desenvolvidos em base de comparação, utilizando o conceito de Regimes Tecnológicos como componente diferencial no que diz respeito à influência da variável Apoio do Governo para Inovar no índice inovativo das empresas. Ou seja, a estimação do segundo modelo funciona como contraprova para verificar se de fato o regimes tecnológicos alteram os resultados do modelo.

Como os dados utilizados possuem tanto características de sessão cruzada como de série temporal, podem ser aplicados modelos de painel. Tradicionalmente, três modelos são utilizados para tais dados: modelo de efeitos fixos, modelo de efeitos aleatórios e modelo pooled. No presente caso, o modelo de efeitos fixos não pode ser aplicado, uma vez que elimina variáveis que sejam constantes no tempo, o que eliminaria as dummies de regime. Desta forma, a escolha a ser feita fica entre o modelo pooled e o modelo de efeitos aleatórios. O modelo pooled nada mais é do que uma regressão linear múltipla com a utilização de dados empilhados, motivo pelo qual é conhecido como método de Mínimos Quadrados Ordinários Empilhados (Pooled Ordinary Least Squares). Tal modelo ignora quaisquer correlações entre os regressores e quaisquer perturbações aleatórias que variam de acordo com os indivíduos e o tempo. Ou seja, desconsidera as dimensões de tempo e espaço dos dados combinados e estima a habitual regressão de MQO (GREENE, 2003).

Por sua vez, o modelo de efeitos aleatórios assume que a heterogeneidade não observada das unidades não é correlacionada com as variáveis utilizadas, e portanto tal modelo utiliza um

termo de erro composto por dois termos: um relativo ao termo de erro tradicional e outro que diz respeito à heterogeneidade das unidades, uma vez que as mesmas se distribuem de maneira aleatória<sup>1</sup>. De modo a escolher qual destes modelos é o mais adequado, é possível proceder com o teste de Breusch-Pagan, a ser descrito abaixo.

Os dados também serão submetidos à análise de modo a avaliar se as estatísticas encontradas serão significantes. Para testar a hipótese sobre os coeficientes parciais individuais da regressão, será utilizado o teste t de Student, o qual verifica a veracidade ou a falsidade de uma hipótese nula. O teste utilizado para verificar a hipótese conjunta de que os verdadeiros coeficientes parciais são simultaneamente iguais à zero, será o teste F. O indicador usado para medir a qualidade do ajustamento é o valor do R<sup>2</sup>, que mede o percentual da variação total da variável endógena explicada pelo modelo de regressão (GREENE, 2003).

O modelo de regressão a ser estimado pode ser expresso pela seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Inov}_i = \alpha_1 + \beta_1 \text{Tam}_i + \beta_2 \text{PD}_i + \beta_3 \text{Me}_i + \beta_4 \text{Agi}_i + \alpha_2 \text{D2} + \alpha_3 \text{D3} + \alpha_4 \text{D4} \\ + \alpha_5 \text{D5} + u_i \end{aligned} \quad (01)$$

$i = 1, 2, 3, \dots, 95$

Em que:

Inov<sub>i</sub> = Taxa de inovação do setor i;

Tam<sub>i</sub> = Tamanho médio do setor i;

PD<sub>i</sub> = Investimento em P&D do setor i;

ME<sub>i</sub> = Investimento em máquinas e equipamentos do setor i;

AGI<sub>i</sub> = Apoio do Governo para Inovar do setor i;

D2 = Variável binária referente ao grupo setorial 2;

D3 = Variável binária referente ao grupo setorial 3;

D4 = Variável binária referente ao grupo setorial 4;

D5 = Variável binária referente ao grupo setorial 5;

U<sub>i</sub> = Termo de erro estocástico.

---

<sup>1</sup> Detalhes metodológicos sobre os modelos pooled e de efeitos aleatórios e suas estimações podem ser encontrados em Greene (2003).

De modo a verificar se o modelo pooled é superior ao modelo de efeitos aleatórios, ou vice-versa, pode-se utilizar do teste de multiplicador de Lagrange (LM) de Breusch-Pagan que, de acordo com Greene (2003), se baseia na hipótese de que  $\sigma_i^2 = \sigma^2 f(\alpha_0 + \alpha' z_i)$ , onde  $\sigma_i^2$  designa a variância da observação  $i$  e  $z_i$  é um vetor de variáveis independentes. O teste pode ser realizado dado por:

$$LM = \frac{1}{2} [g'Z(Z'Z)^{-1}Z'g] \quad (02)$$

onde  $Z$  é uma matriz  $n \times P$  de observações em  $(1, z_i)$  e  $g$  é um vetor de observações de  $g_i = e_i^2 / (e'e/n) - 1$ . Sob a hipótese nula de que os efeitos individuais não são relevantes, LM possui uma distribuição qui-quadrado com graus de liberdade iguais ao número de variáveis em  $z_i$ .

### 3.4 Fonte de dados

A presente pesquisa utilizará os dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) para todas as suas publicações (2000, 2003, 2005, 2008 e 2011). A PINTEC é elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e abrange as empresas industriais e de serviços nacionais de alta tecnologia. As empresas consideradas na pesquisa são aquelas que atendam aos seguintes requisitos (IBGE, 2000, 2003, 2005, 2008, 2011):

- Estar em situação ativa no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) do IBGE;
- No caso de 2008 e 2011, estar identificada no CEMPRE com código da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) versão 2.0 nas seções B e C (Indústrias Extrativas e Indústrias de Transformação, respectivamente), nas divisões 61, 62 e 72 (Telecomunicações, Atividades dos Serviços de Tecnologia da Informação e Pesquisa e Desenvolvimento, respectivamente), no grupo 63.1 (Tratamento de Dados, Hospedagem na Internet e Outras Atividades Relacionadas) e na combinação de divisão e grupo 58 + 59.2 (Edição e Gravação de Som e Edição de Música). No caso de 2000, 2003 e 2005, estar classificada nas seções C e D da CNAE 1.0;
- Estar sediada em qualquer parte do território nacional;

- Ter dez ou mais pessoas ocupadas em 31 de dezembro do ano de referência do cadastro básico de seleção da pesquisa.

Nos casos em que a empresa desenvolve atividades em diferentes segmentos da economia e possui gerenciamento independente, a pesquisa identifica as inovações implementadas e as atividades inovativas realizadas em todas as unidades e mensura o impacto destas em toda a empresa.

Em termos do recorte temporal, a maioria das variáveis qualitativas se refere a um período de três anos consecutivos (incluindo o ano da pesquisa e os dois anos anteriores). Para as variáveis quantitativas e algumas variáveis qualitativas, o ano da coleta é o último ano do período de referência da pesquisa.

As empresas caracterizadas pela pesquisa se distribuem em 23 setores, sendo que destes 4 pertencem ao regime baseado em ciência, 1 ao regime de processos fundamentais, 2 ao de sistemas complexos, 3 ao de engenharia de produto e os 13 restantes ao de processos contínuos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise descritiva

De modo a melhor compreender a evolução temporal das variáveis em análise, a Tabela 2 apresenta as médias e desvios-padrão para os quatro anos considerados.

Tabela 2- Médias anuais das variáveis de interesse

Variável	2000	2003	2005	2008	2011	Geral
Taxa de inovação	0,3162 (0,1366)	0,2836 (0,1234)	0,2674 (0,1171)	0,3148 (0,1023)	0,3171 (0,1143)	0,2998 (0,1190)
Tamanho do Setor <sup>1</sup>	351,5699 (346,8817)	491,8842 (530,2493)	565,4684 (595,8836)	689,9416 (758,8688)	708,2018 (803,0510)	561,4132 (631,7713)
Gastos com P&D <sup>1</sup>	2,6401 (2,7828)	2,9790 (3,9994)	3,6812 (4,8579)	5,0457 (7,6023)	5,4754 (7,6062)	3,9643 (5,7198)
Gastos com M&E <sup>1</sup>	7,0409 (6,8505)	5,9994 (5,8449)	7,5868 (7,4618)	8,7130 (10,6921)	7,7703 (10,7497)	7,4221 (8,4593)
Apoio do Governo	0,0642 (0,0461)	0,0767 (0,0606)	0,0884 (0,0659)	0,0930 (0,0583)	0,3370 (0,1247)	0,1319 (0,1278)

() : desvio-padrão

1: em mil reais.

Fonte: PINTEC, elaborado pelo autor.

Observa-se que a taxa de inovação média apresentou uma tendência inicialmente declinante, reduzindo-se, entre 2000 e 2005, de 31,62% para 26,74%, ou seja, de pouco menos de um terço das empresas implementando inovações no primeiro ano em questão, para pouco mais de um quarto no último. Disto se constata que, apesar das políticas públicas voltadas para a inovação, os primeiros anos (2000 a 2005) não responderam à tais incentivos, de modo que a proporção de empresas implementando inovações reagiu negativamente aos estímulos. Posteriormente tal taxa voltou a se elevar, passando para 31,48% em 2008 e 31,71% em 2011, mantendo um nível bastante similar àquele verificado para o primeiro ano da série completa.

O tamanho médio dos setores, por outro lado, apresentou comportamento crescente ao longo de todos os anos em questão, dobrando seu valor de 2000 para 2011. Tal crescimento é condizente com o crescimento geral da economia no período em questão, cujo PIB avançou,

em média, 3,62% ao ano<sup>2</sup> no mesmo período. Os gastos com P&D e com máquinas e equipamentos também apresentaram padrão crescente ao longo dos anos, exceto por um breve declínio destes últimos entre 2000 e 2003 e entre 2008 e 2011.

Ainda, nota-se que o apoio do governo cresceu em todos períodos, passando de uma proporção média de apoio à 6,15% das indústrias dos setores em análise para 33,70%, sendo que o incremento mais drástico ocorreu de 2008 para 2011, quando a proporção de apoio mais que triplicou. Em suma, o que se verifica é que o governo esteve mais presente no apoio à inovação, bem como os setores cresceram, e com eles os gastos com P&D e máquinas e equipamentos. A taxa de inovação, por sua vez, apresentou movimentos mais erráticos, reduzindo-se num primeiro momento, quando o nível de apoio do governo pouco cresceu, para posteriormente se elevar e recuperar o patamar inicial, concomitantemente à um crescimento mais rápido do apoio governamental.

A Tabela 3 apresenta as médias das variáveis entre 2000 e 2011 para cada um dos regimes tecnológicos considerados, de modo a obter uma caracterização destes em relação aos atributos em análise.

Tabela 3 - Médias das variáveis entre os regimes tecnológicos (2000 a 2011)

<b>Variável</b>	<b>Baseado em</b>	<b>Processos</b>	<b>Sistemas</b>	<b>Engenharia</b>	<b>Processos</b>
	<b>Ciência</b>	<b>Fundamentais</b>	<b>Complexos</b>	<b>de Produto</b>	<b>Contínuos</b>
Taxa de inovação	0,4656 (0,1015)	0,2928 (0,0336)	0,3229 (0,1258)	0,3720 (0,0939)	0,2291 (0,0544)
Tamanho do Setor	583,5648 (150,7130)	1228,4660 (232,1652)	743,6028 (231,1047)	378,6185 (76,5507)	418,5890 (79,1751)
Gastos com P&D	5,7876 (0,9940)	11,7713 (3,0976)	12,8010 (3,1726)	2,8149 (0,5267)	0,9833 (0,1564)
Gastos com M&E	7,4335 (1,9356)	2,5194 (0,4994)	11,8974 (3,6916)	7,2779 (1,5945)	6,6107 (1,0825)
Apoio do Governo	0,1646 (0,0228)	0,0785 (0,0218)	0,0670 (0,0060)	0,0835 (0,0097)	0,0534 (0,0030)

(): desvio-padrão

Fonte: PINTEC, elaborado pelo autor.

<sup>2</sup> Conforme dados obtidos do IPEADATA: <<http://ipeadata.gov.br/>>.

Para a taxa de inovação, nota-se que a mesma é maior no regime baseado em ciência, onde 46,56% das empresas implementaram inovações ao longo dos anos considerados, seguida pelo regime de sistemas complexos e pelo de engenharia de produto. Já o regime de processos contínuos é o que apresenta menor valor para tal variável. Tal resultado apresenta conformidade com as definições dadas pela taxonomia em uso, uma vez que os três regimes com maior taxa de inovação são justamente aqueles mais ligados às atividades situadas nas fronteiras tecnológicas, onde a persistência inovativa é mais elevada, bem como a oportunidade tecnológica.

No caso do tamanho do setor, o regime de processos fundamentais desponta como aquele que possui, em média, os maiores setores, sendo que tal tamanho é quase duas vezes maior do que o do regime de sistemas complexos, que aparece em segundo lugar nesse quesito. Tal situação deve-se ao fato de que o regime de processos fundamentais está ligado à empresas petrolíferas, onde naturalmente desponta, no caso brasileiro, a Petrobrás, uma das maiores petrolíferas em nível mundial. O regime que possui, em média, os menores setores, é o de engenharia de produto, onde se situam fabricantes de máquinas e equipamentos, artigos de borracha e plástico, instrumentos de precisão, entre outros.

Os gastos com P&D foram mais elevados, em média, no regime de sistemas complexos, seguido de perto pelo de processos fundamentais, e, posteriormente, pelo regime baseado em ciência. Assim como no caso da taxa de inovação, o regime de processos contínuos foi o que apresentou o menor valor para tal variável. Da mesma maneira que naquele caso, tais resultados encontram respaldo nas caracterizações teóricas dos regimes. Assim, os regimes que mais inovam são também aqueles que mais gastam com pesquisa e desenvolvimento, como é esperado.

Os gastos com máquinas e equipamentos também são maiores no regime de sistemas complexos, seguido pelo baseado em ciência e pelo de engenharia de produto. Nesse caso, o regime de processos fundamentais foi o que apresentou menor valor, o que evidencia que as atividades de refino de petróleo e produção de combustíveis gastam proporcionalmente menos que as demais atividades industriais. Já a fabricação e montagem de veículos automotores e de outros equipamentos de transporte, que constituem as atividades do regime de sistemas complexos, são as que mais lançam mão de tais gastos.

Por fim, o apoio do governo encontra-se mais presente – em termos de proporção de empresas que atinge em cada setor – no regime baseado em ciência, onde se encontram a fabricação de produtos químicos, de equipamentos de informática, máquinas e equipamentos eletrônicos, entre outros. Em seguida, aparecem os regimes de engenharia de produto e de processos fundamentais. O regime de processos contínuos é aquele onde se verifica menor nível de apoio do governo, mas em intensidade não muito diferenciada daquela que se observa no regime de sistemas complexos, penúltimo em tal quesito. De tais dados observa-se que o apoio governamental, nesse sentido, não parece estar alinhado com os regimes que possuem maior taxa de inovação, o que, a princípio, é um contrassenso pela ótica evolucionista.

Para observar de maneira mais detalhada como as variáveis se distribuem em cada um dos setores que compõem os regimes em questão, são apresentados os dados que se encontram no Apêndice 2. Para a taxa de inovação, verifica-se que o valor mais elevado pertence ao setor de Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática, seguido pelo setor de Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações e pelo de Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e cronômetros e relógios. Destes setores, os dois primeiros pertencem ao regime de baseado em ciência (que também obteve a taxa mais elevada entre os regimes), enquanto que o terceiro se situa no regime de engenharia de produto (que apresentou a segunda maior taxa de inovação). As menores taxas de inovação, por sua vez, foram verificadas para as indústrias extrativas, fabricação de produtos de madeira e fabricação de produtos de minerais não-metálicos. Todos esses setores pertencem ao regime de processos contínuos, que foi justamente aquele que apresentou a menor taxa de inovação.

Quanto ao tamanho médio do setor, os que despontam no topo são, em ordem de tamanho: fabricação de produtos alimentícios e bebidas, fabricação de produtos químicos e fabricação e montagem de veículos. Observa-se que são os mesmos três que apresentaram maiores taxas de inovação, ainda que em ordem diferente, o que remete à ideia de que a taxa de inovação na indústria brasileira pode estar associada de maneira particular com setores maiores – o que pode se dar tanto pela maior competitividade interna das empresas de tais setores, quanto pela maior disponibilidade de recursos das mesmas. Já os menores setores foram identificados como sendo fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e cronômetros e relógios e também fabricação de produtos do fumo.

Uma vez mais, observa-se uma correlação positiva entre tamanho dos setores com a taxa de inovação, reforçando a ideia exposta.

Para os gastos com P&D, os três setores que possuem maiores valores são o de fabricação e montagem de veículos, fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool e fabricação de produtos químicos. Estes dois últimos já se destacaram com elevadas taxas de inovação e tamanho médio. O refino de petróleo, por sua vez, também apresenta valores elevados para tais variáveis, sendo o 6º com maior taxa de inovação e o 4º maior setor. Os setores com menores gastos em P&D foram o setor de fabricação de produtos de madeira, seguido pela edição, impressão e reprodução de gravações e pela confecção de artigos do vestuário e acessórios, todos os três pertencentes ao regime de processos contínuos.

Os maiores gastos com máquinas e equipamentos são observados para a fabricação de produtos alimentícios e bebidas, fabricação e montagem de veículos e fabricação de produtos químicos, destacando uma vez mais a relevância destes setores nos atributos em questão. Já os menores gastos pertencem aos setores de fabricação de produtos do fumo e fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática. Enquanto que já se observaram os baixos valores para o primeiro nas demais variáveis, o segundo não chega a apresentar destaque, também situando-se entre os que possuem menor taxa de inovação (18º) e tamanho médio (21º). A exceção se dá nos gastos com P&D, onde tal setor figura em 11º.

Por fim, os setores que apresentaram maiores proporção de apoio do Governo foram, em respectiva ordem de magnitude, a fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática, a fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações e a fabricação de produtos químicos. Enquanto que o primeiro setor não se caracteriza como possuindo elevados valores para os demais atributos, como observado acima, o terceiro é um dos que obtém destaque em todos os índices. Já a fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações se situa numa posição intermediária, sendo o 7º na taxa de inovação, o 13º no tamanho médio, o 5º nos gastos com P&D e o 11º nos gastos com máquinas e equipamentos. Por sua vez, os menores níveis de apoio do Governo se encontram nos setores de fabricação de produtos do fumo e fabricação de produtos de mineirais não-metálicos.

## 4.2 Análise discriminante

Com o objetivo de verificar de que maneira as variáveis de interesse são capazes de discriminar entre as cinco categorias de regimes tecnológicos, utilizou-se da análise discriminante. Inicialmente, verificou-se se as médias das variáveis em questão são estatisticamente diferentes entre as categorias consideradas, de modo que seja possível utilizá-las na análise posterior. A Tabela 5 apresenta os resultados da estatística Wilks' Lambda.

Tabela 4 - Resultados dos testes de diferença de médias entre os regimes tecnológicos

Variável	Wilks' Lambda	F	Significância
Taxa de inovação	0,4061	40,21	0,0000
Tamanho médio	0,9054	2,87	0,0262
Gasto médio com P&D <sup>1</sup>	0,4433	34,54	0,0000
Gasto médio com M&E <sup>2</sup>	0,9736	0,75	0,5627
Apoio do Governo	0,8728	4,01	0,0045

<sup>1</sup>: Pesquisa e Desenvolvimento

<sup>2</sup>: Máquinas e Equipamentos

Fonte: resultados da pesquisa.

Observa-se que a única variável cujas médias não diferem estatisticamente ao nível de 5% entre os regimes considerados é o gasto médio com máquinas e equipamentos. Para todas as demais variáveis, as médias são estatisticamente diferentes, o que significa que elas são apropriadas para a realização da análise discriminante. Assim, procedeu-se com a eliminação da variável de gastos médios com máquinas e equipamentos, sendo as outras quatro variáveis mantidas para a etapa posterior.

Um segundo passo para verificar a adequabilidade ao método consiste em testar se as variáveis possuem distribuição conjunta normal multivariada. Para tanto, utilizou-se do teste de Doornik-Hansen, cuja hipótese nula atesta que as variáveis possuem distribuição normal multivariada. O resultado do teste apontou para a rejeição de tal hipótese ao nível de 1% de significância. Contudo, como nota Mingoti (2005), tal rejeição não indica que a análise discriminante seja de fato inadequada, não afetando a interpretação de seus resultados. Johnston e Wichern (2007) salientam que, sob tal situação, a utilização da função discriminante linear

provê uma aproximação razoável para a variação total da amostra<sup>3</sup>. Desta maneira, procedeu-se com a aplicação da função linear de Fischer, cujos resultados de classificação são apresentados na Tabela 6.

Os resultados indicam que a função discriminante linear teve um bom índice de acertos, classificando corretamente 80% das observações da amostra. Tal resultado indica que as quatro variáveis consideradas (taxa de inovação, tamanho médio do setor, gastos com P&D e apoio do governo) são capazes de discriminar satisfatoriamente entre os regimes tecnológicos em questão. Nota-se que o grupo 5, que consiste no regime de processos contínuos, é aquele que apresentou maior proporção de classificações corretas, com um índice de acerto de 93,85%. Em seguida aparece o regime baseado em ciência, representado pelo grupo 1, com um índice de 70% de acertos. O regime com menor número de classificações corretas foi o de engenharia de produto, representado pelo grupo 4, onde o índice de acertos foi de 53,33%.

Tabela 5 - Resultados da classificação de acordo com a função linear de Fischer

Grupo verdadeiro	Grupo classificado					Total
	1	2	3	4	5	
1	14	1	0	5	0	20
(% de classificações)	(70%)	(5%)	(0%)	(25%)	(0%)	(100%)
2	0	3	1	1	0	5
(% de classificações)	(0%)	(60%)	(20%)	(20%)	(0%)	(100%)
3	1	0	6	2	1	10
(% de classificações)	(10%)	(0%)	(60%)	(20%)	(10%)	(100%)
4	3	0	0	8	4	15
(% de classificações)	(20%)	(0%)	(0%)	(53,33%)	(26,67%)	(100%)
5	0	0	0	4	61	65
(% de classificações)	(0%)	(0%)	(0%)	(6,15%)	(93,85%)	(100%)
Probabilidades a priori	20%	20%	20%	20%	20%	
Índice Geral de Acerto						80%

Fonte: resultados da pesquisa

<sup>3</sup> Outro teste comumente realizado diz respeito à igualdade entre as matrizes de variância e covariância dos grupos. Entretanto, tal teste não pôde ser realizado pois a matriz de um dos grupos não apresentou rank suficiente para tanto.

De modo a verificar qual o número de funções discriminantes que possuem significância estatística, procede-se com um teste de razão de verossimilhança, cujos resultados são apresentados na Tabela 7, onde também se visualiza a proporção de variância explicada pelas funções.

Dada a existência de  $n$  grupos na amostra, a análise estima  $n-1$  funções. Nesse caso, portanto, quatro funções foram estimadas. Os resultados obtidos indicam que as duas primeiras funções apresentam significância ao nível de 1%, modo que as mesmas são aplicáveis para se realizar a classificação. A terceira e a quarta função, ao seu turno, não foram significativas, portanto seus resultados são desconsiderados. Observa-se que as duas primeiras funções explicam conjuntamente 98,36% da variância total da amostra, sendo que só a primeira função é capaz de explicar 75,31% de tal variância. As Tabelas 8 e 9 apresentam os coeficientes padronizados e os coeficientes de correlação das funções significativas.

Tabela 6 - Funções discriminantes lineares

Função	Correlação	Variância explicada		Razão de	F	Significância
	canônica	Proporção	Acumulada	verossimilhança		
1	0,8450	0,7531	0,7531	0,1537	17,315	0,0000
2	0,6581	0,2305	0,9836	0,5374	8,4932	0,0000
3	0,2004	0,0418	0,9962	0,9479	1,4770	0,2102
4	0,1113	0,0126	1,0000	0,9876	1,3804	0,2426

Fonte: resultados da pesquisa.

Tabela 7 - Coeficientes padronizados das funções discriminantes

Variável	Função	
	1	2
Taxa de inovação	-0,6896	0,6806
Tamanho médio	0,5505	0,2866
Gastos com P&D	-1,0239	-0,8139
Apoio do Governo	0,0886	0,2210

Fonte: resultados da pesquisa

Levando em consideração a primeira função, que é aquele que sozinha explica a maior parte da variância da amostra, observa-se que, de acordo com os coeficientes padronizados, a variável que possui maior poder discriminante sobre os grupos são os gastos com P&D. Por possuir sinal negativo, o coeficiente indica que maiores gastos com P&D estão mais associados com os primeiros grupos. Assim, pode-se atestar, por exemplo, que os regimes baseado em ciência (grupo 1), de processos fundamentais (grupo 2) e de sistemas complexos estão mais associados com maiores gastos em P&D do que os regimes de engenharia de produto (grupo 4) e de processos contínuos (grupo 5), fato que é corroborado pelos valores observados na Tabela 2. O mesmo pode ser afirmado a respeito da taxa de inovação, uma vez que seu coeficiente também é negativo. As outras duas variáveis, por sua vez, possuem coeficientes positivos, indicando que conforme se passa do grupo 1 para o grupo 5 tendem a aumentar o tamanho médio dos setores e o nível de apoio do governo. Já no caso dos coeficientes de correlação observa-se uma maior capacidade discriminatória associada à taxa de inovação, seguida de perto pelos gastos com P&D

Conjuntamente, os resultados da análise discriminante apontam que as variáveis consideradas são relevantes na determinação da taxonomia dos regimes tecnológicos. Em outras palavras, a diferentes regimes estão associadas diferentes taxas de inovação, tamanhos de setores, gastos com P&D e proporção de apoio do governo. Desta forma, visualiza-se que os regimes tecnológicos são construções apropriadas para retratar a variabilidade de tais informações entre os setores, e constituem, portanto, ferramenta valiosa para a ordenação de políticas públicas. Ressalta-se que, ainda que a variável de apoio governamental possua diferentes valores entre os regimes, dada a ausência de políticas que levem em consideração tal taxonomia de maneira explícita, não é possível afirmar que o apoio esteja sendo direcionado segundo critérios de diferenciação tecnológica e de seus reflexos sobre a economia.

Associando tais resultados com aqueles já verificados no caso da regressão – onde a variável de apoio governamental apresenta relação negativa com a taxa de inovação setorial quando se leva em consideração a influência dos regimes – é possível reforçar a constatação de que as políticas tecnológicas brasileiras estão muito aquém do que a teoria recomenda. Isto é, as políticas verticais parecem se dar de maneira desordenada, desconsiderando as idiossincrasias tecnológicas dos setores e, portanto, não sendo capazes de gerar ganhos que se propaguem para o restante da indústria e da economia nacional. Diante disso, não caracteriza surpresa o fato de que o país ainda encontra-se em situação desvantajosa quando comparado

com outros países que conseguiram aplicar políticas tecnológicas em consonância com as ideias da teoria evolucionária.

### 4.3 Análise do modelo de efeitos aleatórios

A Tabela 4 apresenta os resultados da estimação do modelo de efeitos aleatórios<sup>4</sup>, com e sem a inclusão das variáveis dummies.

Tabela 8 - Resultados da estimação dos modelos de efeitos aleatórios

	Sem variáveis dummies	Com variáveis dummies
Tamanho médio do setor	-0,000086 (0,000025)***	0,000054 (0,000034)
Gasto médio com P&D	0,006610 (0,002671)**	0,002028 (0,002835)
Gasto médio com M&E	0,004383 (0,001135)***	0,003659 (0,001895)*
Apoio do Governo	0,123129 (0,051550)**	0,103420 (0,054436)*
D2 (Processos fundamentais)	-	-0,127769 (0,063963)**
D3 (Sistemas complexos)	-	-0,148389 (0,050121)***
D4 (Engenharia de produto)	-	-0,087102 (0,040890)***
D5 (Processos contínuos)	-	-0,221114 (0,032714)***
Constante	0,272892 (0,026678)***	0,436379 (0,030972)***
rho	0,5081	0,3234
R <sup>2</sup>	0,1988	0,6198
Wald Chi <sup>2</sup>	22,43***	60,69***
n	115	115

( ) Desvio-padrão robusto

\*\*\*: significativo à 1%; \*\*: significativo à 5%; \*: significativo à 10%

Fonte: resultados da pesquisa.

No modelo sem a inclusão das variáveis dummies, observa-se que o tamanho médio do setor e os gastos médios com máquinas e equipamentos foram significativos estatisticamente ao nível de 1%, enquanto que os gastos com pesquisa e desenvolvimento e o apoio do governo o foram ao nível de 5%. Para o tamanho do setor, o coeficiente foi negativo, ainda que em intensidade pequena, revelando que, em média, setores maiores apresentam menor taxa de

<sup>4</sup> Foi aplicado um teste de multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan para verificar se o modelo de efeitos aleatórios era preferível ao pooled e, dada a rejeição da hipótese nula de que os efeitos específicos individuais não estão presentes, optou-se pela primeira opção. Os resultados do teste são apresentados no Apêndice 3.

inovação. Já os coeficientes para as demais variáveis foram positivos, de modo que, quanto maior os gastos com P&D, M&E e quanto maior o apoio do governo, maior tende a ser, em média, a taxa de inovação nos setores. Pontua-se que esses resultados estão de acordo com o esperado, uma vez que se pressupõe que gastos com P&D, M&E e que o apoio do governo sejam capazes de elevar as taxas de inovação das empresas – de outra forma, os mesmos não seriam realizados. Pelo valor do rho verifica-se que, nesse modelo, pouco mais da metade da variância se dava devido à presença dos efeitos individuais. Já a estatística qui-quadrado de Wald indica um bom ajuste geral do modelo, sendo significativa ao nível de 1%, ao passo que o  $R^2$  apresentou um nível de ajuste relativamente fraco.

Ao incluir as variáveis dummies para os regimes tecnológicos, no segundo modelo, observam-se mudanças consideráveis em relação aos resultados obtidos anteriormente. O tamanho do setor e os gastos com P&D deixaram de ser significativos, ao passo que os gastos com M&E tiveram seu impacto sobre a taxa de inovação reduzido, bem como seu nível de significância passou a ser de 10%. O mesmo ocorreu com a variável indicativa de apoio governo. Tais resultados indicam que, ao se considerar a presença dos regimes tecnológicos, os gastos com pesquisa e desenvolvimento têm se apresentado inócuos para influenciar a taxa de inovação dos setores, enquanto que os gastos com máquinas e equipamentos e o apoio do governo já não se mostram tão eficazes quanto antes.

No que se refere às variáveis dummies propriamente ditas, observa-se significância estatística para todas, sendo que a dummy D2, indicativa do regime de processos fundamentais foi significativa ao nível de 5%, enquanto que as dummies D3, D4 e D5, que indicam, respectivamente, os regimes de sistemas complexos, engenharia de produto e processos contínuos, foram significativas ao nível de 1%. Em todos os casos, o sinal foi negativo, o que indica que em tais regimes tecnológicos a taxa de inovação é, na média, inferior às taxas observadas para o regime base, que no presente caso é o regime baseado em ciência. Tal resultado revela conformidade com a descrição da taxonomia em questão, como proposta por Marsili (2001), onde o regime baseado em ciência está associado a setores onde são esperadas maiores taxas de inovação, como os setores químico, farmacêutico e de eletro-eletrônicos, cujas atividades estão essencialmente ligadas ao processo de inovação tecnológica, onde ocorre maior persistência desta.

O regime de processos contínuos, por apresentar pouca persistência inovativa e oportunidades tecnológicas baixas, ou não muito elevadas, possuem, conforme esperado, a

menor taxa de inovação em relação ao regime baseado em ciência. Nesse sentido, a classificação dos regimes tecnológicos, conforme proposta por Marsili (2001), parece se adequar ao caso brasileiro, na medida em que está relacionada à diferentes taxas de inovação entre os setores.

Para as dummies D2 e D4, referentes aos regimes de processos fundamentais e de engenharia de produto, respectivamente, apresentaram as menores diferenças para o baseado em ciência. Tais regimes estão associados à setores como a fabricação de combustíveis, veículos e equipamentos de transporte, onde ocorre alta persistência inovativa e elevada oportunidade tecnológica, que fazem com que, no que se refere à taxa de inovação, esses regimes sejam relativamente mais semelhantes ao regime baseado em ciência, onde também se verificam tais características.

Neste segundo modelo, o nível de ajuste apresentou melhora em relação ao primeiro (sem dummies), uma vez que seu coeficiente de ajustamento ( $R^2$ ) elevou-se para 0,6198, indicando que 61,98% das variações na taxa de inovação podem ser explicadas por variações nas variáveis independentes do modelo; enquanto que a estatística qui-quadrado de Wald também elevou-se, mantendo-se significativa ao nível de 1%. Finalmente, o valor do rho reduziu-se, de forma que nesse modelo aproximadamente um terço da variância pode ser explicada pelos efeitos individuais.

Assim, o que se verifica é que a inclusão das dummies altera de maneira significativa os resultados do modelo, indicando que os regimes tecnológicos são constructos importantes nesse contexto, e devem ser levados em consideração não somente na análise de resultados propriamente dita, mas, de maneira mais fundamental, na elaboração de políticas industriais e estratégias que visem utilizar o potencial inovativo dos setores para gerar efeitos encadeados sobre o resto da economia. É importante ressaltar novamente que, ao levar em consideração tais regimes, os gastos com P&D deixaram de influenciar a inovação nos setores considerados, bem como o apoio do governo e os gastos com M&E perderam importância, o que gera implicações importantes tanto para o setor público quanto para o setor privado na busca por elevar o nível e o padrão de inovação da indústria.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância das políticas industriais tecnológicas para o crescimento e desenvolvimento do conjunto da economia é cabal. Diante disso, é essencial que tais políticas sejam bem formuladas, em consonância com o contexto econômico, tecnológico e industrial, de modo a maximizar os impactos positivos sobre a sociedade. Para tanto, é fundamental a articulação de diferentes campos do conhecimento que visem dar embasamento para o delineamento das melhores opções disponíveis.

O que se verifica para o caso brasileiro recente, através dos resultados obtidos, e à luz das teorias consideradas, é que certos aspectos importantes do contexto inovativo são aparentemente negligenciados pelas políticas correntes. A noção de regimes tecnológicos é grande relevância para uma melhor compreensão do cenário da inovação industrial, tanto em suas dimensões econômicas quanto institucionais. Diferentes regimes possuem características diferentes de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade tecnológicas, bem como se associam a diferentes bases de conhecimento. Vários estudos na literatura salientam a importância dos regimes tecnológicos para balizar intervenções sobre a indústria; ainda assim, tal conceito parece ser ignorado pelas atuais políticas de incentivo à inovação.

Diferentes políticas com foco na inovação têm sido adotadas ao longo dos últimos anos, mas os resultados, em geral, deixam a desejar. A Lei da Informática não foi capaz de promover alterações significativas no nível de investimentos em inovação nas empresas beneficiadas, de modo que os setores de Tecnologia da Informação e Comunicação não se tornaram mais competitivos. A Lei do Bem, ainda que tenha apresentado impactos mais positivos, tem um caráter que pode ser considerado mais restrito. Diferentes autores apontam para o fato de que o Brasil carece de políticas de apoio à inovação que estejam mais adequadas aos contextos nacional e internacional e que tenham mais sinergia entre si. O atual aparato institucional ainda pode ser considerado rígido, preso à práticas já antiquadas que não estão mais em conformidade com os novos paradigmas produtivos.

Dados os problemas existentes e a carência no que tange à avançar no estudo dos regimes tecnológicos, de sua importância e de seus impactos sobre a inovação tecnológica e as políticas industriais tecnológicas, o presente estudo busca evidenciar como se dão tais relações, valendo-se de dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) dos anos 2000 a 2011, e aplicando métodos de regressão econométrica e estatística multivariada de forma a captar a

adequabilidade e a relevância dos regimes tecnológicos para o contexto brasileiro, e suas implicações no âmbito da elaboração de políticas públicas.

A análise descritiva dos dados amostrais evidencia que a taxa de inovação média dos setores se reduziu ao longo do período 2000-2005, a despeito das políticas públicas visando induzir o comportamento contrário. Por outro lado, todas as demais variáveis – tamanho médio do setor, gastos com P&D, gastos com máquinas e equipamentos e apoio do governo – se expandiram durante o mesmo período, permanecendo num movimento crescente até o último ano em análise, 2011, quando a taxa de inovação também apresentou melhora.

No que tange as diferenças entre os regimes tecnológicos, observa-se que os regimes baseado em ciência, de engenharia de produto e de sistemas complexos apresentam, em geral, os maiores níveis de taxa de inovação, apoio do governo e gastos com P&D e máquinas e equipamentos, especialmente os dois primeiros. Já o regimes de processos contínuos apresentou, na média, os menores valores para tais variáveis. Esses resultados revelam concordância com a taxonomia utilizada, de modo que os regimes que mais se destacaram nas atividades de inovação são aqueles onde se desenvolvem atividades de maior componente tecnológico.

Através da análise dos modelos de regressão percebe-se que os regimes tecnológicos revelam diferenças entre si na maneira como estão relacionados com as taxas de inovação setoriais, de modo que os valores de tal variável para os regimes de processos fundamentais, sistemas complexos, engenharia de produto e de processos contínuos apresentam taxas de inovação menores que a do regime baseado em ciência. Outro aspecto relevante e que se apresentou de acordo com o esperado diz respeito à relação positiva entre gastos máquinas e equipamentos com a taxa de inovação, muito embora os gastos com P&D foram significativos apenas no modelo sem variável dummies, indicando a possibilidade de que os mesmos não estão sendo realizados de maneira efetiva para elevar o nível de inovação dos setores industriais.

A inclusão das variáveis dummies resultou em mudanças fundamentais nos resultados: além da alteração da significância dos gastos com P&D, o tamanho médio do setor também passou a não ser significativo. Além disso, os gastos com M&E e o nível de apoio do governo, apesar de se manterem significativos, perderam impacto sobre a taxa de inovação, o que sinaliza a necessidade de atenção especial, tanto das atuais políticas industriais voltadas à inovação quanto dos esforços inovativos realizados pelas empresas.

Pela utilização da análise discriminante pôde-se perceber que as variáveis de interesse são importantes para classificar os diferentes regimes tecnológicos, o que significa que os mesmos possuem diferentes taxas de inovação, tamanhos de setores, gastos com P&D e nível de apoio do governo. Tais resultados reforçam a ideia já verificada através do modelo de efeitos aleatórios, de que a noção de regimes tecnológicos é de fato importante para explicar o contexto da inovação entre os setores, permitindo uma análise mais sistemática e adequada dos setores industriais, com vistas a elaborar políticas mais integradas com as necessidades específicas de cada regime, conduzindo à uma maior capacidade de alavancar o processo de desenvolvimento tecnológico.

Tais resultados estão de acordo com o que se esperava a priori: os regimes tecnológicos tiveram impactos importantes sobre as taxas de inovação, como captado pelas regressões, e também alteraram a magnitude dos parâmetros das demais variáveis; além disso, as variáveis de relevância para o trabalho foram capazes de classificar os regimes tecnológicos no contexto brasileiro, evidenciando que, mesmo com o caráter idiossincrático da indústria nacional, a relação entre as características setoriais e a inovação tecnológica é razoavelmente semelhante ao que é descrito pela literatura internacional.

Apesar de alguns direcionamentos recentes para políticas industriais que visem o aspecto tecnológico, os impactos das mesmas ainda não se fizeram sentir. Além dos diversos problemas apontados pela literatura, as políticas industriais nacionais apresentam ainda uma deficiência de outra ordem: não levam em consideração a ideia de regimes tecnológicos. Tal fato pode ter reflexos graves, à medida em que, ao negligenciar a contribuição dos RTs, reduz-se a possibilidade de elaborar ações mais coordenadas e em consonância com as necessidades e potencialidades dos diferentes setores industriais. Mais, abre margem para que se incorra em erros de ação, alocando recursos erroneamente ao priorizar setores e meios que tenham menor capacidade de disseminar benefícios por toda economia.

Diante dos apontamentos realizados, ressalta-se a necessidade premente de uma readequação na definição das políticas industriais nacionais. Não somente há a carência de reformas de cunho institucional, como também de planejamentos que contemplem os aspectos apontados pela teoria evolucionária, como no caso abordado no presente estudo, onde salientou-se a importância dos regimes tecnológicos para a consecução de tais ideias. Tais movimentos são essenciais para que o país possa seguir num caminho de maior crescimento e desenvolvimento, que passa necessariamente por um aumento no nível tecnológico da indústria,

pela melhor capacitação dos indivíduos e por instituições adequadas às necessidades, idiosincrasias e dinâmicas do cenário contemporâneo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVELLAR, A. P. Avaliação do impacto do PDTI sobre o gasto em atividades de inovação e em P&D das empresas industriais. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C (Eds). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica**. Brasília: IPEA, 2008.

BAGATOLLI, C. **Política científica e tecnológica e dinâmica inovativa no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica). Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BAHIA, L. D.; ARBACHE, J. S. Diferenciação salarial segundo critérios de desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Orgs). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

BAPTISTA, R.: Clusters, innovation and growth: a survey of the literature. In: SWANN, G.; PREVEZER, M.; STOUT, D. (Eds.). **The Dynamics of Industrial Clustering: International Comparisons in Computing and Biotechnology**, Oxford University Press, Oxford, pp. 13-51, 1998.

BONELLI, R.; VEIGA, P. M. **A dinâmica das políticas setoriais no Brasil na década de 1990: continuidade e mudança**. Revista Brasileira de Comércio Exterior, n. 75, 2003.

BOTELHO, A.; ALMEIDA, M. **Desconstruindo a política científica no Brasil: evolução da descentralização da política de apoio à pesquisa e inovação**. Revista Sociedade e Estado, v. 27, n. 1, 2012.

BRASIL. Lei nº 8.248 de 23 de Outubro de 1991. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8248.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm)>. Acesso em 29 nov. 2014.

BRASIL. Lei nº 10.973 de 2 de Dezembro de 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm)>. Acesso em 29 nov. 2014.

BRASIL. Lei nº 11.196 de 21 de Novembro de 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm)>. Acesso em 29 nov. 2014.

BURLAMAQUI, L. Evolutionary Economics and the economic role of the state. In: CHANG, Ha-Joon; BURLAMAQUI, L.; CASTRO, Ana Célia (Org.). **Institutions and the role of the state**. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, 2000

CAMPANÁRIO, M. A.; SILVA, M. M.; COSTA, T. R.. **Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE): análise de fundamentos e arranjos institucionais**. In: Seminário Latino-iberoamericano de Gestão Tecnológica, V. 11, Salvador, 2005. p.1-18.

COHEN, W. Empirical Studies of Innovative Activity. In: STONEMAN, P. (Ed.) **Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change**. Oxford: Blackwell Publishers, 1995.

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

DOSI, G. **Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation**. Journal of Economic Literature. 1988.

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. **The economics of technical change and international trade**. New York: New York University Press, 1990.

DUDZIAK, E. A. **Lei de inovação e pesquisa acadêmica** – o caso PEA. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ENGLMANN, F. C. **Technischer fortschritt: diffusion, erträge und beschäftigung**. Tübingen: Mohr, 1989.

ENGLMANN, F. C. Innovation diffusion, employment and wage policy. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 2, n. 3, p. 179-193, 1992.

FELIPE, E. S.; PINHEIRO, A. O. M.; RAPINI, M. S. A convergência entre a política industrial, de ciência, tecnologia e inovação: uma perspectiva neo-schumpeteriana e a realidade brasileira a partir dos anos 90. **Pesquisa e Debate**, v. 22, n. 2, p. 265-290, 2011.

FONTANA, R.; NUVOLARI, A.; SHIMITZU, H.; VEZZULLI, A. **Schumpeterian patterns of innovations and the sources of breakthrough inventions: evidence from a data-set of R&D Awards**. Working Paper 24. Lisbon: School of Economics and Management, 2012.

GADELHA, C. A. G. **Política industrial: uma visão neo-schumpeteriana sistêmica e estrutural**. In: Revista de Economia Política, v. 21, n. 4 (84), out./dez. 2001.

GREENE, W. **Econometric Analysis**. 4th edition. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de Inovação Tecnológica 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de Inovação 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

JOHNSON, C. **The industrial policy debate**. São Francisco: Institute for Contemporary Studies, 1984.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2007.

KANNEBELY JR., S; PORTO, G. S. **Incentivos fiscais à pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil: uma avaliação das políticas recentes**. Documento para discussão 236. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.

LUNA, F.; MOREIRA, S.; GONÇALVES, A. Financiamento à inovação. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C (Eds). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica**. Brasília: IPEA, 2008.

LUNDVALL, B. Introduction. In: Lundvall, B.(ed.). **National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Pinter, 1992.

LUNDVALL, B. **Innovation policy in the learning economy**. Paper presented at the international seminar on policies for technological development organised by CIDE. Mexico City, 24 of January, 1994. Mimeo.

MALACHIAS, C. S.; MEIRELLES, D. S. Regime tecnológico, ambiente de inovação e desempenho empresarial no setor de serviços: um estudo exploratório das empresas de tecnologia da informação. **Revista de Administração e Inovação (RAI)**, v. 6, n. 2, p. 58-80, 2009.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, p. 247-264, 2002.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. **Technological regimes and firm behavior, Industrial and corporate change**. 1993.

MARQUES, F. Indústrias brasileiras inovam menos. **Pesquisa Fapesp**. São Paulo, 5 de dezembro de 2013. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br /2013/12/05/empresas-brasileiras-inovam-menos-mostra-pintec/>>. Acesso em 07 ago. 2014.

MARSILI, O. The anatomy and evolution of industries: technological change and industrial dynamics. Cheltenham, UK and Northampton, MA: Edward Elgar, 2001.

MARSILI, O.; VERSPAGEN, B. Technology and the dynamics of industrial structures: an empirical mapping of Dutch manufacturing. **Industrial and Corporate Change**, v. 11, n. 4, p. 791-815, 2001.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NASSIF, A. **Uma contribuição ao Debate sobre a nova política industrial brasileira**. Textos para Discussão 101 do BNDES. Rio de Janeiro: BNDES, 2003.

NELSON, R.; WINTER, S. Neoclassical vs. Evolutionary Theories of economic growth: critique and prospectus. **The Economic Journal**, p. 886-905, 1974

NELSON, R.; WINTER, S. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**, v. 6, n. 1, p. 36-76, 1977.

NELSON, R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge, MS: Harvard University Press, 1982.

NELSON, R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Tradução de Cláudia Heller. Campinas: Unicamp, 2005.

PAVITT, K. **Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory**. Research Policy. 1984.

SALERNO, M. S. Inovação tecnológica e trajetória recente da política industrial. **Revista USP**, n. 93, p. 45-58, 2012.

SALERNO, M. S.; KUBOTA, L. C. Estado e inovação. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C (Eds). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica**. Brasília: IPEA, 2008.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Ed. Fundo de Cultura, 1961. Joseph A. Schumpeter / (Editado por George Allen e Unwin Ltd., traduzido por Ruy Jungmann). — Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

SILVERBERG, G. Embodied technological progress in a dynamic economic model: the self-organization paradigm. In: GOODWIN, R.M. et al. (Eds.). **Nonlinear models of fluctuating growth**. New York: Springer, 1984.

STEINGRABER, R. **Inovação e produtividade**: o papel dos sistemas de inovação para a indústria brasileira. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

STEINGRABER, R.; GONÇALVES, F. O. Apoio governamental para a inovação na indústria e o impacto na produtividade das empresas industriais brasileiras. XXXIV Encontro Nacional de Economia da ANPEC. **Anais**. Salvador, 2011.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política industrial e desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, v. 26, n. 2, p. 163-185, 2006.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Instituições e políticas industriais tecnológicas: reflexões a partir da experiência brasileira. **Estudos Econômicos**, v. 40, n. 1, p. 7-41, 2010.

YONAMIMI, F. M.; GONÇALVES, F. O. Financiamento do crescimento da indústria brasileira: seriam as fontes adequadas aos regimes tecnológicos setoriais? **Revista Brasileira de Inovação**, v. 9, n. 1, p. 69-92, 2010.

ZYSMAN, J. **Governments, markets and growth**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1983.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS SETORES DE ACORDO COM OS REGIMES TECNOLÓGICOS

Regime	Setores
Baseado em ciência	Fabricação de produtos químicos; Fabricação de máquinas para escritórios e equipamentos de informática; Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos; Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações.
Processos fundamentais	Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool.
Sistemas complexos	Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; Fabricação de outros equipamentos de transporte.
Engenharia de produto	Fabricação de artigos de borracha e plástico; Fabricação de máquinas e equipamentos; Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios.
Processos contínuos	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas; Fabricação de produtos do fumo; Fabricação de produtos têxteis; Confecção de artigos do vestuário e acessórios; Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados; Fabricação de produtos de madeira; Fabricação de celulose, papel e produtos de papel; Edição, impressão e reprodução de gravações; Fabricação de produtos de minerais não-metálicos; Metalurgia básica; Fabricação de produtos de metal; Fabricação de móveis e indústrias diversas; Indústrias Extrativas.

**APÊNDICE 2 – MÉDIAS DAS VARIÁVEIS DE INTERESSE PARA OS SETORES DA INDÚSTRIA**

<b>Setor</b>	<b>Taxa de Inovação</b>	<b>Tamanho do Setor</b>	<b>Gastos com P&amp;D</b>	<b>Gastos com M&amp;E</b>	<b>Apoio do Governo</b>
1	0,2542 (0,0421)	2494,9848 (763,1029)	4,2273 (1,7442)	32,9344 (14,9661)	0,1379 (0,1469)
2	0,2046 (0,0435)	82,5868 (18,9758)	0,4283 (0,1940)	0,4691 (0,2083)	0,0529 (0,0349)
3	0,2451 (0,0468)	266,5025 (20,0646)	0,6444 (0,1038)	5,6155 (1,3192)	0,0895 (0,0615)
4	0,2190 (0,0471)	190,1661 (63,4709)	0,3991 (0,1140)	2,2786 (0,6480)	0,0989 (0,1009)
5	0,2311 (0,0406)	205,7955 (24,5868)	0,7857 (0,3356)	2,0157 (0,7184)	0,0857 (0,0823)
6	0,1660 (0,0420)	135,7755 (28,3988)	0,2362 (0,1199)	3,1771 (0,8586)	0,1134 (0,1599)
7	0,2362 (0,0596)	391,3266 (60,9566)	1,2552 (0,3854)	6,9919 (1,1981)	0,1178 (0,1487)
8	0,2496 (0,0616)	180,2468 (65,8880)	0,2400 (0,1578)	4,0533 (1,2170)	0,1387 (0,1591)
9	0,2928 (0,0336)	1317,6447 (448,8501)	14,0347 (7,3757)	3,9062 (3,2193)	0,1282 (0,1174)
10	0,4369 (0,0759)	1555,0740 (273,9792)	12,5648 (4,4034)	17,9180 (4,7454)	0,1757 (0,1706)
11	0,2855 (0,0327)	472,2698 (111,3179)	2,2172 (0,6346)	8,8680 (2,1390)	0,1324 (0,1231)
12	0,1965 (0,0482)	381,1116 (113,2429)	1,0289 (0,2570)	6,6748 (1,1082)	0,0824 (0,0800)
13	0,2822 (0,0173)	935,9203 (300,5209)	3,0496 (1,4250)	16,9856 (6,3826)	0,0936 (0,0555)
14	0,2767 (0,0449)	419,8684 (140,6459)	1,3470 (0,6177)	7,8807 (2,4107)	0,1284 (0,1567)
15	0,3550 (0,0335)	664,7932 (161,4825)	5,3024 (1,0539)	11,5005 (4,1711)	0,1127 (0,0850)
16	0,5623 (0,1194)	132,7143 (30,1958)	2,1859 (0,5637)	0,8275 (0,5654)	0,3626 (0,1609)
17	0,3711 (0,0425)	356,1132 (132,3768)	4,2136 (1,8329)	4,2608 (0,9612)	0,1383 (0,1016)
18	0,4920 (0,0482)	335,2752 (37,0556)	6,3114 (1,1325)	4,3671 (3,7412)	0,2430 (0,1724)
19	0,4755 (0,0746)	71,4476 (18,2157)	1,4157 (0,4434)	0,9668 (0,2741)	0,1207 (0,0704)
20	0,3096 (0,0809)	1422,8613 (564,7384)	20,6935 (9,5099)	19,4798 (5,5111)	0,1271 (0,1029)
21	0,3362 (0,1692)	230,1710 (65,6932)	6,6869 (2,2993)	2,9864 (1,1716)	0,0878 (0,0786)

22	0,2568 (0,0373)	222,6670 (45,9303)	0,6627 (0,1988)	3,4384 (0,7482)	0,1518 (0,1642)
23	0,1607 (0,0196)	447,1870 (260,3679)	1,2481 (1,3276)	3,1094 (1,5241)	0,1132 (0,1593)

() : desvio-padrão

Setores: 1 - Fabricação de produtos alimentícios e bebidas; 2 - Fabricação de produtos do fumo; 3 - Fabricação de produtos têxteis; 4 - Confeção de artigos do vestuário e acessórios; 5 - Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados; 6 - Fabricação de produtos de madeira; 7 - Fabricação de celulose, papel e produtos de papel; 8 - Edição, impressão e reprodução de gravações; 9 - Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool; 10 - Fabricação de produtos químicos; 11 - Fabricação de artigos de borracha e plástico; 12 - Fabricação de produtos de minerais não-metálicos; 13 - Metalurgia básica; 14 - Fabricação de produtos de metal; 15 - Fabricação de máquinas e equipamentos; 16 - Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática; 17 - Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos; 18 - Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações; 19 - Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios; 20 - Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias; 21 - Fabricação de outros equipamentos de transporte; 22 - Fabricação de móveis e indústrias diversas; 23 - Indústrias Extrativas.

Fonte: PINTEC, elaborado pelo autor.

### APÊNDICE 3 – RESULTADOS DO TESTE DE MULTIPLICADOR DE LAGRANGE DE BREUSCH-PAGAN PARA ESCOLHA ENTRE MODELOS

#### Modelo sem dummies:

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$\text{txinov2}[\text{idsetor},t] = Xb + u[\text{idsetor}] + e[\text{idsetor},t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
txinov2	.0141519	.1189619
e	.0039778	.06307
u	.0041095	.0641055

Test:  $\text{Var}(u) = 0$

chibar2(01) = 66.04  
 Prob > chibar2 = 0.0000

#### Modelo com dummies:

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$\text{txinov2}[\text{idsetor},t] = Xb + u[\text{idsetor}] + e[\text{idsetor},t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
txinov2	.0141519	.1189619
e	.0039778	.06307
u	.001901	.043601

Test:  $\text{Var}(u) = 0$

chibar2(01) = 13.53  
 Prob > chibar2 = 0.0001