

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA**

**EDUARDO STRUBE LIMA**

**COMPLEMENTARIDADE DAS POLÍTICAS DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA  
BRASILEIRA:  
UM ESTUDO ECONOMÉTRICO**

**RIO DE JANEIRO  
2008**

**EDUARDO STRUBE LIMA**

**COMPLEMENTARIDADE DAS POLÍTICAS DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA  
BRASILEIRA:  
UM ESTUDO ECONOMÉTRICO**

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Economia da Universidade Federal do Rio de  
Janeiro como parte dos requisitos para obtenção  
do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Resende

**RIO DE JANEIRO  
2008**

**EDUARDO STRUBE LIMA**

**COMPLEMENTARIDADE NAS POLÍTICAS DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA  
BRASILEIRA:  
UM ESTUDO ECONOMÉTRICO**

Dissertação apresentada ao Corpo Docente do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de MESTRE em Ciências Econômicas.

---

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Resende - IE/UFRJ

---

Prof. Dr. Luís Otávio de Figueiredo Façanha  
– IE/UFRJ

---

Prof. Dr. Leonardo Bandeira Rezende – PUC/RJ

**RIO DE JANEIRO**  
**Setembro de 2008**

## **AGRADECIMENTOS**

A conclusão do curso de mestrado, caracterizada por esta dissertação, foi uma longa jornada e muito ocorreu nestes últimos dois anos. Desta forma, me sinto em débito de destinar esta pequena parte deste trabalho aos mais diversos agradecimentos.

Primeiro, ao meu irmão, por ser um dos primeiros a me incentivar em iniciar esta jornada, quando ainda tinha dúvidas em qual caminho seguir após concluir a graduação. Ainda, devo agradecer o Prof. Dr. Hugo Boff, que proporcionou um grande apoio durante os estudos preparatórios para a prova do mestrado.

Ao Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, incluindo tanto os professores, quanto funcionários e colegas de classe, por me proporcionar uma formação de qualidade e ampliar minhas possibilidades intelectuais, tanto na graduação quanto no mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Resende, por sugerir, prover o suporte necessário e compartilhar comigo o tema da pesquisa e, ainda, confiar na minha habilidade em desenvolvê-lo. Pelas valiosas contribuições no desenvolvimento desse trabalho e pelo apoio para seguir em frente.

Aos amigos do INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, pela compreensão e ajuda em praticamente metade deste caminho. Particularmente, a Lígia e Sandra pelo apoio incondicionais nos momentos necessário. Sem dúvida a ajuda dos mesmos fez com que o período mais complicado do curso de mestrado, justamente a elaboração da dissertação, fosse o mais calmo e tranquilo.

A minha família pelo apoio e, em particular, meus pais pela dedicação ao longo dos anos, a qual devo todas as minhas realizações.

A Natália por ter sido minha companheira por todo este período.

Obrigado.

## RESUMO

As políticas de incentivo à inovação fazem parte da agenda econômica de praticamente todos países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Desta forma, há uma grande discussão na literatura internacional sobre a capacidade de tais políticas efetivamente estimularem a intensidade de inovação das firmas beneficiadas e, particularmente, qual seria o melhor instrumento a ser utilizado. Contudo, a inovação das firmas é o produto de diversos fatores interligados como, por exemplo, instituições, leis, incentivos e costumes. Desta forma, é esperado que as políticas de fomento à inovação também possuam uma interdependência entre si. O objetivo desta dissertação é avaliar a existência de complementaridade, ou substitutabilidade, entre as políticas de incentivo à inovação na economia brasileira. Para isso, utilizou-se um teste discreto de supermodularidade a partir de diversas restrições de desigualdades, tendo como referência dados oriundos da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC). Ainda, tentou-se utilizar tanto uma metodologia direta quanto indireta, através de dados relativos as políticas de incentivo efetivamente utilizadas pelas firmas e as barreiras à inovação percebidas pelas mesmas, respectivamente. Os resultados encontrados apontam para o fato de soluções sistêmicas, ou pacotes de políticas, serem mais adequados para firmas que não inovam passarem a inovar do que para aumentar a intensidade de inovação de firmas inovadoras.

**Palavras-Chave:** Política de Fomento à Inovação, Complementaridade, Supermodularidade, Incentivo Fiscal, Incentivo Financeiro.

## **ABSTRACT**

Innovation policies are part of the economic agenda of almost all developed or in development countries. In this sense, there has been a great debate in international literature on the capacity of such policies to effectively stimulate the intensity of innovation on the benefited companies and, particularly, which would be the optimum instrument to be used. However, firm's innovation is the product of diverse linked factors as, for instance, institutions, laws, incentives and customs. In such a way, it is expected that innovation policies also possess an interdependence between themselves. The objective of this work is to evaluate complementarities, or substitutabilities, on innovation policies in the Brazilian economy. For this, a discrete test of supermodularity from several inequalities restrictions was used, having as reference the Brazilian Research of Technological Innovation (PINTEC). Also, a direct and indirect approach was used, related to data from innovation policies used by the firms and perceived obstacles, respectively. The results point out that systemic solutions, or a package of policies, would be more fitted to increase the propensity of a firm to innovate than to increase the intensity of innovation.

**Key-words:** Innovation Policies, Complementarity, Supermodularity; Tax Incentives, Financial Incentives.

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

	Pg.
<b>Figura 3.1</b> Exemplo n° 1 de Espaço Reticulado	34
<b>Figura 3.2</b> Exemplo n° 2 de Espaço Reticulado	34
<b>Figura 3.3</b> Exemplo n° 3 de Espaço Reticulado	36
<b>Quadro 3.1</b> Resumo dos resultados encontrados por Mohnen e Roller (2005)	29

## LISTA DE TABELAS

	Pg.
<b>Tabela 2.1</b> Fundos Setoriais e suas características	22
<b>Tabela 4.1</b> Definição das variáveis	45
<b>Tabela 4.2</b> Estatísticas descritivas das variáveis (população)	50
<b>Tabela 4.3</b> Estatísticas descritivas das variáveis exógenas (população)	51
<b>Tabela 4.4</b> Frequência de políticas de apoio em firmas inovadoras	52
<b>Tabela 4.5</b> Frequência das barreiras à inovação	54
<b>Tabela 4.6</b> Interação das barreiras à inovação (%)	54
<b>Tabela 4.7</b> Regressão – Tobit Generalizado ( <i>heckit</i> ) – para Barreiras à Inovação	56
<b>Tabela 4.8</b> Teste de Wald para restrições de desigualdade (ao nível de significância a 10% o limite inferior é dado por 1,642 e o limite superior é dado por 7,094) – Barreiras à Inovação	58

## LISTA DE SIGLAS

<b>ANPEI</b>	Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras
<b>BACEN</b>	Banco Central do Brasil
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>CNAE</b>	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CIS</b>	Community Innovation Survey
<b>CNPq</b>	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>CTAero</b>	Programa de Ciência e Tecnologia para o Setor Aeronáutico
<b>CTAgro</b>	Programa de Ciência e Tecnologia para o Agronegócio
<b>CT Amazônia</b>	Programa de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento da Zona Franca
<b>CTBiotec</b>	Fundo Setorial de Biotecnologia
<b>CTEnerg</b>	Fundo Setorial de Energia
<b>CTEspacial</b>	Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor Espacial
<b>CTFVA</b>	Programa de Estímulo à Interação Universidade–Empresa
<b>CTHidro</b>	Fundo Setorial de Recursos Hídricos
<b>CTInfo</b>	Fundo Setorial de Tecnologia da Informação
<b>CTInfra</b>	Fundo de Infra-Estrutura
<b>CTMineral</b>	Fundo Setorial Mineral
<b>CTPetro</b>	Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor Petróleo e Gás Natural
<b>CTSaúde</b>	Fundo Setorial de Saúde
<b>CTTranspo</b>	Fundo de Programas e Projetos de Pesquisa Científica e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Transportes Terrestres e Hidroviários
<b>FAPESP</b>	Fundação e Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
<b>FINEP</b>	Financiadora de Estudos e Projetos
<b>FNDCT</b>	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>INPI</b>	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
<b>IPEA</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
<b>OCDE</b>	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
<b>MCT</b>	Ministério da Ciência e Tecnologia
<b>PAEP</b>	Pesquisa da Atividade Econômica Paulista
<b>PDTI</b>	Programa de Desenvolvimento Tecnológico
<b>PIA</b>	Pesquisa Industrial Anual
<b>PINTEC</b>	Pesquisa Industrial sobre Inovação Tecnológica
<b>RAIS</b>	Relação Anual de Informações Sociais
<b>SEADE</b>	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
<b>SISCOMEX</b>	Sistema Integrado de Comércio Exterior

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	ESTUDOS SOBRE A INOVAÇÃO NO BRASIL	15
2.1	PERFIL E DETERMINANTES DA INOVAÇÃO NO BRASIL.....	15
2.2	POLÍTICAS DE INCENTIVO A INOVAÇÃO .....	19
3	COMPLEMENTARIDADE E ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL	24
3.1	COMPLEMENTARIDADE E ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL.....	24
3.1.1	Complementaridade e Políticas de Inovação.....	27
3.2	AVALIANDO A COMPLEMENTARIDADE.....	30
3.2.1	Supermodularidade: aspectos conceituais .....	32
3.2.2	Função de Produção e Complementaridade .....	37
4	ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	43
4.1	BASE DE DADOS .....	43
4.1.1	Aspectos gerais .....	43
4.1.2	Análise Descritiva.....	49
4.2	RESULTADOS EMPÍRICOS.....	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
	APÊNDICE	71
	ANEXOS	72

## 1 INTRODUÇÃO

O incentivo às atividades de pesquisa é recomendado por praticamente todos os especialistas, em menor ou maior grau, independente da orientação ideológica. Isto porque o seu resultado, a inovação, é considerado um dos fatores principais para garantir aumentos de produtividade e do crescimento econômico. No começo do século XX, Schumpeter (1982) já advogava a favor do papel da inovação para o crescimento do produto. Em meados do século, Solow (1952) desenvolveu o seu modelo em que o progresso tecnológico é o determinante para o crescimento sustentável do produto per capita.

Atualmente, o *mainstream* da economia reconhece, a partir dos modelos desenvolvidos por Paul Romer durante a década de 80, que o progresso tecnológico, ou a produção de idéias, é o principal motor do crescimento econômico. Segundo Romer (1990), o conceito de idéia está relacionado com melhorias na tecnologia de produção, ou seja, combinar de uma nova maneira, os recursos de produção existente de modo a produzir uma maior quantidade de um bem ou de tipos de bens. A utilização de novas idéias garante o progresso tecnológico, o aumento de produtividade e o crescimento sustentável do país.

Contudo, esse “produto” desejável, a idéia, apresenta características singulares. Primeiro, ele é um bem não rival, ou seja, o uso de um indivíduo não impede o uso de outro, até mesmo que simultaneamente. Isso significa que uma vez produzida, o custo de replicação da idéia é relativamente baixo. A produção da idéia envolve, portanto, um custo fixo, usualmente alto, e um custo marginal próximo de zero. Com isso, há um incentivo a economia de escalas, dificultando a produção de tal bem em uma economia competitiva onde o preço se iguala ao custo marginal.

Ainda, a idéia apresenta um baixo grau de exclusividade. O grau de exclusividade define a capacidade do produto do bem de se apropriar de seus benefícios. A princípio, a partir do

momento que uma certa idéia faz parte do domínio público, é extremamente difícil remunerar o inventor pela mesma. Qualquer pessoa, com o conhecimento adequado, pode se beneficiar da mesma. A combinação de não rivalidade e baixa exclusividade geram um baixo incentivo a produção de idéias ou atividades de P&D. A não rivalidade faz com que o custo de se produzir novas unidades da mesma idéia seja praticamente zero. A não exclusividade faz com que a comercialização destas novas unidades seja feita ao custo marginal de reprodução zero, sem permitir que o inventor recupere o custo incorrido no processo de produção da idéia.

Para diminuir este problema a sociedade desenvolveu o sistema de propriedade industrial que garante aos inventores um direito de monopólio temporário sobre a invenção a partir de uma patente sobre a mesma. Em contrapartida, o inventor abdica do direito de manter o conhecimento em segredo, expondo para a sociedade sua invenção. North (1981) argumenta que a principal razão do baixo ritmo de inovação tecnológica pré-revolução industrial foi a falta de uma sistemática de direitos de propriedade sobre a inovação. A produção de idéias assim como o progresso tecnológico e o padrão de vida da população só passaram a crescer de maneira significativa após tal sistemática ter sido estabelecida.

Isso explicita, também, que a idéia gera externalidades positivas, ou seja, *spillovers*. O conhecimento cria condições e possibilidades para o desenvolvimento de novos conhecimentos. Contudo, externalidades positivas costumam gerar resultados socialmente abaixo do desejado. Isto porque o produtor compara o seu custo privado, que é igual ao custo social, com o benefício privado, que usualmente é menor que o benefício social por causa das externalidades. Desta forma, os investimentos privados em P&D implicariam um volume menor de recursos necessários para garantir uma oferta tecnológica socialmente ótima.

De uma forma geral, o governo deveria intervir subsidiando a produção de idéias, ou seja, aumentando o benefício ou reduzindo o custo e riscos privados com intuito de alcançar um

resultado socialmente ótimo. Outra justificativa para a intervenção do governo, neste caso, é a própria questão do monopólio criada pelo direito da patente. Por não poder discriminar preços o monopolista tende a produzir menos que o socialmente desejável a um preço maior que o custo marginal de produção. Ainda, em ambientes de monopólio não contestáveis, ou pouco contestáveis, há o incentivo para o monopolista produzir menos idéias, ou atrasar o lançamento de novas, com o intuito de diluir o máximo possível o custo fixo da anterior. O governo deveria intervir com medidas que reduzam o custo fixo do monopolista e, ainda, favoreçam o ambiente competitivo. Desta forma, cria-se um ambiente fértil para a produção e difusão de novas idéias.

Basicamente, as políticas tecnológicas a disposição do governo envolvem tanto ações indiretas, quanto diretas. Dentre as ações indiretas podem ser citadas as atuações do governo no sentido de garantir um ambiente estável e reduzir as incertezas do processo inovativo, seja investindo em infra-estrutura, capacitação ou no ambiente macroeconômico, por exemplo. Dentre as ações diretas estão os incentivos financeiros e os incentivos fiscais às atividades de P&D. Tais medidas, por sua importância e sobre certas regras, são caracterizadas como subsídios não acionáveis de acordo com os termos do Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias<sup>1</sup>.

O financiamento público às atividades de pesquisa (transferência financeira a fundo perdido, financiamento a taxas mais favoráveis do que a do mercado ou participação acionária) permite um controle maior do poder público sobre a orientação de esforço de P&D das empresas. Desta forma, é possível um direcionamento a campos de pesquisa considerados estratégicos pela política tecnológica. Contudo, este tipo de intervenção permite um maior poder discricionário por parte do Estado, o que normalmente é associado a tradicionais críticas de ineficiência. Por exemplo, podem ocorrer distorções em setores em que apenas alguns concorrentes são beneficiados pela política de incentivo.

---

<sup>1</sup> Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias, aprovado em 1994 na conclusão da rodada do Uruguai.

O incentivo fiscal apresenta uma vantagem neste sentido, pois, usualmente, o próprio mercado realiza a alocação de recursos nos setores e atividades de P&D e, ainda, permite um certo poder discricionário por parte do poder público no sentido de possibilitar a implantação de incentivos direcionados (a pequenas empresas ou para pesquisa básica, por exemplo). Ainda, envolve um menor custo de administração por parte do poder público.

Diversos instrumentos de políticas podem ser caracterizados como incentivos fiscais. Os principais são a depreciação acelerada dos bens de capital, o crédito tributário e a dedução do imposto de renda (“*tax allowance*”). O crédito tributário corresponde a uma redução de um percentual do imposto devido pela empresa de acordo com seus gastos em P&D. Em contrapartida a dedução do imposto de renda permite uma exclusão na determinação do lucro real para cálculo do imposto um valor maior de dispêndios pagos nas atividades de pesquisa.

Contudo, para qualquer incentivo fiscal, deve ser levada em consideração a renúncia fiscal envolvida que, em certo momento, pode ser extremamente onerosa para o erário público. O mecanismo também recebe críticas pela falta de orientação a atividades de P&D com maior rentabilidade social, favorecendo projetos de pesquisa de curto prazo ou projetos que, a princípio, não necessitariam de apoio para serem realizados.

Ainda, os incentivos não adiantam recursos financeiros para as atividades tecnológicas, pois somente reembolsam os gastos já realizados excluindo muitas firmas de menor porte que não possuem, a priori, capital suficiente para tal investimento. Desta forma, os incentivos fiscais somente aprofundam a atividade tecnológica de firmas já inovadoras, não sendo adequado para aumentar a base de firmas inovadoras na economia. Além dessas críticas, Bastos (2004, p.119) destaca também que “incentivos fiscais não são neutros e acabam atendendo preferencialmente a empresas grandes e estabelecidas, com maiores lucros e, conseqüentemente, impostos a pagar”.

Um debate significativo, cada vez mais crescente na literatura, é se as políticas públicas de incentivo podem realmente aumentar os investimentos destinados a uma certa atividade tecnológica. Em seu desenho está a idéia da mesma causar um efeito de alavancagem (“*additionality*”) do investimento privado. Argumenta-se que, ao contrário, pode ocorrer uma substituição (“*crowding out*”) do investimento privado que seriam realizados mesmo na ausência do poder público. Tal efeito aponta que o resultado final seria o mesmo, ou inferior, caso a política de incentivo não tivesse sido implementada.

David *et al* (2000) fazem uma resenha de tal literatura, tanto micro quanto macroeconômica, que aplica diversos métodos econométricos para analisar a questão nos últimos 35 anos. Apesar de não apresentar uma conclusão geral ao assunto, os estudos apontam que no nível de indústria prevalece o efeito de alavancagem, enquanto que no nível da firma o efeito substituição se encontra presente, particularmente no setor de defesa.

De forma similar, outra questão de grande relevância, é a da interdependência entre as políticas. Sendo a inovação o resultado de diversos fatores interligados (instituições, leis, incentivos e costumes, por exemplo), o efeito de políticas individuais pode ser distinto de uma combinação das mesmas. De um certo modo, pode-se esperar que uma combinação de políticas, ou um “pacote” das mesmas, poderia aumentar ou facilitar o resultado final do processo inovativo. Neste caso, a ação de uma política reforçaria os efeitos das demais, sendo as mesmas complementares entre si. Da mesma forma, pode ocorrer que o efeito de certa política seja deprimido por outras, sendo as mesmas substitutas entre si. Ainda, as políticas podem ser completamente independentes entre si, no sentido de uma não influenciar as demais de nenhuma forma.

O que se pergunta é, simplesmente, como a firma irá escolher otimamente entre diversas práticas econômicas, os incentivos que o governo oferta, de forma a maximizar o seu resultado, a

inovação. Desta forma, o conhecimento dos efeitos de um incentivo sobre o outro pode auxiliar o formulador de política econômica no desenho de políticas futuras. Tal questão, de interdependência entre práticas, não se restringe apenas a incentivos à inovação e é bastante debatida no campo da organização industrial.

Diversos estudos se propõem analisar a questão de complementaridade sobre outros focos como, por exemplo, Milgrom e Roberts (1990, 1994, 1995), Arora e Gabardella (1990,1994), Holmstrom e Milgrom (1994), Brickley (1995), Ichniowski *et al.* (1997), Cassiman e Veugelers (2002) e Miravete e Pernías (2006). As principais questões são, não só quais seriam as melhores combinações de práticas a serem adotada, mas também, qual a melhor metodologia de análise empírica.

Esta dissertação busca explorar o tema da complementaridade na organização industrial, focado no caso empírico das políticas de inovação no Brasil. Desta forma, no próximo capítulo são apresentados alguns estudos acerca do padrão tecnológico e desempenho das firmas brasileiras em relação aos outros países. Pretende-se, assim, chegar-se a fatos estilizados que sobre a inovação nas firmas brasileiras que auxiliem os resultados empíricos encontrados.

O terceiro capítulo é focado na questão da complementaridade na organização industrial. Desta forma, é feita a descrição de estudos que avaliam a questão e são ressaltados os principais pontos acerca da metodologia utilizada nesta pesquisa. Por fim, no quarto, e último capítulo, são apresentados os resultados encontrados e conclusões.

## **2 ESTUDOS SOBRE A INOVAÇÃO NO BRASIL**

### **2.1 PERFIL E DETERMINANTES DA INOVAÇÃO NO BRASIL**

Em geral, a economia brasileira é caracterizada por um lento crescimento econômico, baixa taxa de inovação (proporção de firmas inovadoras) e maior importância de inovações em processo, em detrimento a inovações em produtos. Entre as firmas indústrias com 10 ou mais pessoas ocupadas, a proporção de firmas inovadoras no triênio 2001-2003 foi de 33,3%, sendo que 12,9% das firmas inovaram apenas em processo, 14% em produto e processo e 6,4% apenas em produto (PINTEC 2003). DeBresson (1999), em um estudo comparativo com 10 países europeus, aponta para uma proporção de firmas inovadoras de aproximadamente 50%, significativamente maior do que a brasileira.

Neste contexto, estudos empíricos na literatura nacional tentam esclarecer como ocorre a incorporação de progresso técnico e a geração de inovação. Ainda, buscam analisar o padrão tecnológico da indústria brasileira e quais tipos de esforços devem ser empreendidos para se produzir inovações, ainda que sejam adaptações de produtos e processos de países na fronteira da tecnologia.

Uns dos primeiros estudos a analisar tal questão foi Braga e Willmore (1990), ao investigar os determinantes da decisão de uma firma brasileira realizar três tipos de esforço tecnológico: desenvolver novos produtos e gastar em P&D, adotar medidas que racionalizam a produção e comprar tecnologia no exterior. Entre seus resultados, os autores apontam que a probabilidade de desenvolver novos produtos aumenta com a propriedade estrangeira do capital, com o tamanho, com a diversificação da produção, com o nível de lucros, com a realização de exportação e com a concentração, enquanto que a proteção contra importações diminuía o

desenvolvimento de produtos. Ainda, outras variáveis, como propriedade estatal e participação estrangeira na produção da indústria, não afetaram a decisão de inovar. Considerando os resultados de todas as regressões realizadas, os autores concluíram que existia relação de complementaridade, e não de substituição, entre a importação de tecnologia e a realização de esforço tecnológico.

Resende e Hasenclever (1998) analisam a relação entre intensidade de P&D e tamanho da empresa para um conjunto de empresas brasileiras para os anos de 1993 e 1994, a partir da base de dados da ANPEI, utilizando a metodologia de transformação do ranking. Segundo os autores, os resultados sugerem que a intensidade de P&D é negativamente correlacionada com o tamanho da firma, apesar de limitações relativas a problemas de abrangência amostral dos dados.

Quadros et al. (2001) descreveram os resultados da Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (PAEP), construída pela Fundação SEADE com dados de mais de 10.000 empresas estabelecidas no estado de São Paulo para o período 1994-1996. Ao invés do departamento de P&D da própria empresa, os autores concluíram que clientes, competidores e departamentos de outras firmas são as principais fontes de informação para inovar. Tamanho da firma e origem estrangeira do capital, além de características setoriais, também importaram na performance inovadora. Também utilizando os dados da PAEP, Façanha e Resende (2004) analisam aspectos da distribuição da intensidade de P&D nas firmas brasileiras, chegando a resultados coerentes com o modelo probabilístico elaborado por Cohen e Klepper (1992), que previa agrupamento em torno de zero, unimodalidade e assimetria positiva e, ainda, gera previsões bem definidas sobre a correlação entre os diferentes momentos da distribuição (média, variância, coeficiente de variação e assimetria).

Mais recentemente, a maioria dos trabalhos utiliza como fonte de informação a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC), que é a mais completa pesquisa já produzida no

país relacionada ao tema, além de ser compatível com outras bases de micro-dados, como a Pesquisa Industrial Anual (PIA). Kannebley Júnior *et al.* (2003) tentaram caracterizar as empresas inovadoras brasileiras, por intermédio de procedimentos estatísticos não-paramétricos. Os autores apontam que as principais diferenças entre empresas inovadoras e não-inovadoras são relacionadas à orientação exportadora, ao tamanho da firma, à origem do capital e ao setor a que pertencem. Empresas exportadoras e de origem estrangeira do capital são as principais responsáveis pelo dinamismo tecnológico nacional. Ainda, o tamanho da empresa foi considerado característica complementar às anteriores mencionadas, sendo que sua relação com a inovação não pode ser generalizada para todos os setores.

Arbix *et al.* (2004) analisam firmas inovadoras com unidades produtivas no Brasil, mas que possuem outra firma no exterior da qual extraem informações para inovar. Estas empresas são caracterizadas como “internacionalizadas com foco na inovação tecnológica”, são maiores, inserem-se mais intensamente no comércio exterior, pagam salários melhores, empregam pessoal com maior escolaridade e fazem algum tipo de treinamento de seus empregados. A conclusão dos autores é que tais firmas internacionalizadas com foco na inovação exportam mais que as demais, sendo, portanto, elemento decisivo na inserção internacional brasileira.

Araújo (2004) analisa os determinantes da decisão de investir em P&D em empresas nacionais, tendo como objetivo identificar as externalidades provenientes da presença estrangeira sobre as empresas domésticas no que diz respeito a mudanças dentro do processo produtivo e/ou no produto final. O autor verificou que a propensão a inovar é mais influenciada pela escolaridade dos trabalhadores (tempo de estudo médio da mão-de-obra) e pelo tamanho da firma (medido pelo pessoal ocupado). Ainda, as variáveis referentes aos gastos com treinamento, à compra de P&D, aos gastos com máquinas e equipamentos, à inserção externa e aos gastos com outros conhecimentos externos apresentaram impacto positivo modesto na variável dependente

binária. Outro resultado interessante foi a probabilidade marginal negativa associada à *dummy* que representava origem estrangeira do capital. Em exercício posterior, o autor incluiu nesta regressão *dummies* para medir o impacto do uso de universidade e institutos de pesquisa. O resultado mostrou que a utilização destes, como fonte de informação para inovar, aumenta significativa e positivamente a propensão a investir em P&D, com probabilidades marginais sendo maiores nos casos de interação entre firmas de capital nacional com universidades e instituições de pesquisa nacional e do exterior, em relação ao mesmo tipo de interação realizada por firmas transnacionais.

A mais abrangente exploração sobre inovação na economia brasileira está presente na coletânea de trabalhos organizados por De Negri e Salerno (2005). Nesta publicação, as empresas foram categorizadas por estratégias competitivas, como: firmas que inovaram e que diferenciaram seus produtos, firmas especializadas que elaboravam produtos padronizados e firmas que não diferenciavam e que tinham produtividade menor. Com base em De Negri *et al.* (2005), os principais resultados são:

- i. As empresas que inovaram e diferenciaram produtos apresentavam faturamento médio cerca de 5,3 vezes superior ao das que produziam bens padronizados e 104 vezes superior ao das empresas da terceira categoria;
- ii. A produtividade das empresas inovadoras, quando medida pela relação valor agregado e pessoal ocupado, é 67% superior que a das empresas de bens padronizados.
- iii. A estratégia de competir por meio de inovações permite remunerar melhor os trabalhadores e criar postos de trabalho de melhor qualidade;
- iv. Inovar contribui para aumentar exportações e exportar com preço-prêmio. Embora bens de baixa intensidade tecnológica, representados por *commodities* primárias, sejam responsáveis por 40% da pauta de exportação brasileira, o país é capaz de

exportar bens de média e alta intensidade tecnológica. Os primeiros estão associados com inovações de produto, enquanto que inovações de processo predominam nas exportações de alta intensidade tecnológica;

- v. As empresas de capital nacional apresentam esforço interno de P&D mais significativo que as filiais de multinacionais instaladas no Brasil;

Todos estes resultados apontam para o fato de que firmas inovadoras crescem mais e são mais bem sucedidas que as demais firmas. Contudo, como visto, a inovação nas firmas brasileiras é considerada pequena (Arruda *et al.*, 2004). Desta forma, um dos principais papéis da política tecnológica e industrial do governo seria aumentar a participação das firmas inovadoras na economia brasileira.

## 2.2 POLÍTICAS DE INCENTIVO A INOVAÇÃO

No Brasil está em vigor um amplo conjunto de instrumentos de política tecnológica e inovação, apesar de serem assimétricos em foco e eficácia (Bastos, 2004). Estas incluem instrumentos de incentivos fiscais e financiamento às atividades de ciência e tecnologia, seja este de capital de risco para pequenas empresas, financiamento para empresas de médio e grande porte, ou o financiamento através dos fundos setoriais. Ainda assim, apesar de uma produção científica significativa, a autora aponta para a convergência entre a opinião de especialistas na baixa capacidade de inovação da economia brasileira.

Por exemplo, Prochnik e Araújo (2005) estudam o papel da inovação nas firmas brasileiras menos produtivas, definidas de acordo com De Negri *et al.* (2005), que correspondem a 78,5% do total de firmas industriais no país. Os autores sugerem uma relação entre o baixo grau

de inovação e a certa fragilidade da indústria brasileira de bens de capital, já que nas firmas menos produtivas a inovação se dá, em geral, em processo, decorrente da aquisição de novas máquinas e equipamentos. Para aumentar a taxa de inovação na indústria é sugerida uma maior disponibilidade de crédito e redução de juros, visando facilitar a falta de recursos das empresas que não inovam, que em média são muito pequenas, e fomentando o desenvolvimento do setor de bens de capital. Já a cooperação entre universidades e empresas teria reduzida participação na vida empresarial brasileira, apesar da sua relativa importância na política tecnológica do governo.

Em relação às políticas efetivamente existentes, o país conta desde 1993, através da promulgação da Lei 8.611/93 e da regulamentação através do Decreto 949/93, com uma gama de incentivos fiscais através do Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial e de Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário (PDTI/PDTA). Estes previam uma estrutura de incentivos fiscais que deveria destinar-se à capacitação tecnológica das empresas industriais e agropecuárias (art. 1º da Lei nº 8.661/93), mediante a criação de manutenção de estrutura própria de gestão tecnológica ou estabelecimento de associações com empresas e/ou entidades públicas ou privadas de pesquisa (art. 3º da Lei nº 8.661/93).

Contudo, tal legislação foi alterada recentemente. A atual Lei vigente, 11.196/05 (“Lei do Bem”), manteve e consolidou uma gama de incentivos já implementados pela legislação anterior, sendo a principal mudança a revogação da necessidade de aprovação prévia de PDTI ou PDTA para a aptidão dos incentivos previstos. Desta forma, ocorreu uma ampliação do foco de benefícios concedidos para qualquer empresa com investimentos na área de P&D. Guimarães (2006) avalia as principais alterações, levando em consideração, também, os instrumentos e foco dos incentivos.

Apesar da relevância e do longo período de vigência dos incentivos fiscais, poucos estudos avaliaram o comportamento das empresas beneficiadas. Dentre estes, Meyer-Stamer

(1995) analisam as políticas tecnológicas brasileiras e identificam que as firmas brasileiras apresentam uma prática de pouca disciplina no pagamento dos impostos devidos ao governo, de modo que as mesmas apresentam baixa elasticidade à redução de impostos como meio de estimular a realização de atividades de P&D. Ainda, Avelar (2007) apresenta uma avaliação dos PDTIs através de *propensity score matching* e conclui que tal programa foi bem sucedido no sentido de aumentar os gastos em atividades tecnológicas. Os autores avaliam que o fato de uma firma participar do Programa determina um aumento de 190% em tais gastos.

O apoio financeiro as atividades de P&D das empresas, apesar das ações de outras instituições como o BNDES, por exemplo, consiste, basicamente, nos programas desenvolvidos pela FINEP, que contemplam as ações tecnológicas realizadas pelas empresas e a cooperação entre empresas e instituições científicas. Neste sentido, a FINEP tem utilizado mecanismos financeiros distintos como, por exemplo, aporte de recursos financeiros não reembolsáveis para instituições de pesquisa e organizações públicas e privadas sem fins lucrativos; financiamento em condições mais favoráveis de mercado para empresas de base tecnológica; e aporte de capital de risco, no qual a agência participa do risco do empreendimento.

Contudo, em relação ao financiamento de projetos de pesquisa, os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, criados a partir de 1999, são atualmente os principais instrumentos existentes no país. Há 16 Fundos Setoriais, sendo 14 relativos a setores específicos e dois transversais. Destes, um é voltado à interação universidade-empresa (FVA – Fundo Verde-Amarelo), enquanto o outro é destinado a apoiar a melhoria da infra-estrutura de instituições científicas e tecnológicas (CTInfra).

**Tabela 2.1**  
Fundos Setoriais e suas características

Fundo	Tipo	Origem do recurso	Aplicação
CTPetro	Vertical	25% dos royalties que excederem a 5% da produção de petróleo e gás natural	Vinculada
Funttel	Vertical	0,5% sobre o faturamento líquido das empresas prestadoras de serviços de telecomunicações e contribuição de 1% sobre a arrecadação bruta de eventos participativos realizados por meio de ligações telefônicas	Vinculada
CTInfo	Vertical	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas beneficiadas pela Lei de Informática	Vinculada
CTInfra	Horizontal	20% dos recursos de cada fundo setorial	Acadêmica
CTEnerg	Vertical	0,75% a 1% do faturamento líquido das concessionárias	Vinculada
CTMineral	Vertical	2% da compensação financeira (Cfem) paga por empresas com direitos de mineração	Vinculada
CTHidro	Vertical	4% da compensação financeira recolhida pelas geradoras de energia elétrica	Vinculada
CTEspacial	Vertical	25% das receitas de utilização de posições orbitais, total da receita de licenças e autorizações da Agência Espacial Brasileira	Vinculada
CTSaúde	Vertical	17,5% da Cide	Vinculada
CTBio	Vertical	7,5% da Cide	Vinculada
CTAgro	Vertical	17,5% da Cide	Vinculada
CTAero	Vertical	7,5% da Cide	Vinculada
Verde-Amarelo	Horizontal	50% da Cide, 43% da receita do IPI incidente sobre produtos beneficiados pela Lei de Informática	Não Vinculada
CTTranspo	Vertical	10% das receitas do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte (contratos para utilização de infra-estrutura de transporte terrestre)	Vinculada
Amazônia	Horizontal	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas de informática da Zona Franca de Manaus	Vinculada
Aquaviário	Vertical	3% da parcela do produto da arrecadação do Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante (AFRMM) que cabe ao Fundo da Marinha Mercante (FMM).	Vinculada

Fonte: Baseado em Pereira (2005) e em informações disponíveis em <www.finep.gov.br>.

O modelo de gestão concebido para os Fundos Setoriais é baseado na existência de Comitês Gestores, um para cada Fundo. Cada Comitê Gestor é presidido por representante do MCT e integrado por representantes dos ministérios afins, agências reguladoras, setores acadêmicos e empresariais, além das agências do MCT, a FINEP e o CNPq. Os Comitês Gestores têm a prerrogativa legal de definir as diretrizes, ações e planos de investimentos dos Fundos. Este modelo, ao mesmo tempo em que possibilita a participação de amplos setores da sociedade nas

decisões sobre as aplicações dos recursos dos Fundos, permite, ainda, a gestão compartilhada de planejamento, concepção, definição e acompanhamento das ações de C&T.

Os fundos eram uma antiga requisição da comunidade científica, com o objetivo de assegurar uma fonte de recursos para projetos de longa maturação através da vinculação de receitas, independente, portanto, de alterações de políticas governamentais. Tal reivindicação se fortaleceu com a redução dos recursos disponíveis para as atividades de Ciência e Tecnologia, em particular, das dotações do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, antecessor dos fundos setoriais.

Contudo, estudos, como Guimarães (2006), apontam que embora a dotação autorizada para os fundos nos últimos anos vem sendo executada, as mesmas não correspondem ao total de suas receitas prevista, em sua maioria por questões de contingenciamento do orçamento fiscal da União. Por exemplo, Pereira (2005) destaca que o contingenciamento orçamentário retirou, até o fim de 2003, investimentos previstos no montante de R\$ 1,67 bilhões, colocando em terra a questão de estabilidade de recursos para investimentos em C&T. Ainda, a capacidade de investimento do MCT sofreu uma significativa queda a partir de 1996 e Fundos serviram mais para recompô-la em seus patamares históricos do que para propriamente aumentar as inversões desse órgão governamental no Sistema Nacional de Inovação.

### **3 COMPLEMENTARIDADE E ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL**

#### **3.1 COMPLEMENTARIDADE E ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL**

A noção de complementaridade é usualmente relacionada à teoria dos preços, onde dois insumos são complementares caso o aumento do preço de um ocasiona a queda da demanda do outro. Para analisar fenômenos mais complexos da organização industrial, como políticas de incentivo ou estruturas organizacionais, um conceito mais amplo de complementaridade se faz necessário.

Tal conceito, baseado nas idéias de Edgeworth, define que um grupo de atividade é complementar quando realizar um subgrupo da mesma aumenta os retornos de realizar qualquer subgrupo de ações restantes (Milgrom, 1990). A complementaridade entre ações evidencia a questão de sinergia entre as mesmas, conceito amplamente aceito e, até mesmo, simples, mas de grande dificuldade de avaliação empírica.

Milgrom e Roberts (1990,1995) se voltam para complementaridade para explicar, por exemplo, a mudança do paradigma de produção de massa, (caracterizada por partes intercambiáveis, a linha de produção e economias de escala) para a estrutura da indústria moderna (voltada à flexibilidade, velocidade, economias de escopo e descentralização de competências). O argumento se baseia na idéia de que as principais características dos dois paradigmas são complementares entre si e, portanto, mudanças ocorrem de forma conjunta, e não somente em alguns aspectos.

Por exemplo, os autores apontam para um caso simples, focado em apenas duas dentre as diversas decisões de estratégias de produção, sendo estas a flexibilidade do equipamento de produção e a diversidade da linha de produção. Aumentar a flexibilidade torna a diversificação

mais atrativa, pois alterar a produção e produzir em lotes menores torna mais fácil adequar o produto às preferências dos consumidores sem necessitar incorrer em altos custos de estoque. Da mesma forma, diversificar a linha de produção aumenta o valor de flexibilizar o processo de produção, pois a perda de economia de escala que acompanha a redução de mercado para cada produto justifica tal mudança. Desta forma, a flexibilização da produção e a diversificação na linha de produção são complementares, pois aumentar o uso de um deles faz com que aumentar o outro seja mais atrativo (Milgrom e Roberts, 1995).

Outro estudo interessante no campo da organização industrial avalia os efeitos de diversas práticas de gerenciamento de recursos humanos sobre a produtividade das firmas (Ichniowski, et al., 1997). Dentre estas estão, por exemplo, flexibilidade no trabalho, treinamento para múltiplas tarefas, maior peso para pagamentos de acordo com incentivos, etc. Analisando uma base de dados formada por firmas no setor de metalurgia, os autores chegam a duas conclusões. Primeiro, existe uma melhora na produtividade dos trabalhadores cujos contratos salariais são voltados a incentivos específicos, em relação a acordos tradicionais. Segundo, há um grande aumento de produtividade quando estas práticas de recursos humanos são aplicadas em conjunto, em um sistema de gerenciamento de recursos humanos (“*system of human resource management*”). Desta forma, existem forte evidências de complementaridade entre estas práticas em seus efeitos sobre a produtividade da firma.

Já analisando a questão da inovação tecnológica, Miravete e Pernías (2006) fazem uma rigorosa análise da complementaridade entre inovações em processo, produto e escala de produção. A globalização da economia e o desenvolvimento dos meios de comunicação revolucionaram a forma de organização das firmas, aumentando suas capacidades de introduzir novas tecnologias, produtos e processos de produção. Se as estratégias de inovação forem

complementares entre si, as firmas e o governo (no momento de desenhar políticas públicas) devem levar em consideração os efeitos positivos de uma sobre a outra.

Analisando firmas espanholas no setor de cerâmica, os autores chegam a conclusão que fatores não observados, como, por exemplo, a forma organizacional ou a experiência e habilidade dos gerentes, são os determinantes para as correlações positivas entre as estratégias de inovação das firmas. Ainda, firmas menores são mais propensas a inovar, ajustando-se de acordo com a necessidade da demanda.

Outro tema de grande debate na literatura, ainda no campo da inovação tecnológica, é a análise da complementaridade entre os investimentos em P&D interno e aquisição de conhecimento externo da firma. Dentro da decisão de investir em P&D o empresário deve levar em consideração diversos fatores, entre eles, a incerteza em relação ao sucesso do investimento e o alto custo do mesmo. Uma estratégia factível é adquirir investimentos externos de P&D e utiliza-los para o processo de inovação interno da firma, ou seja, se beneficiar de esforços realizados por outros agentes, em um efeito de *spillover* do conhecimento. Contudo, uma empresa sem capacidade de absorção, ou seja, um estoque de conhecimento mínimo que possibilite a aquisição de novos conhecimentos, pode não ser capaz de se beneficiar dos conhecimentos gerados externamente, os *spillovers* (Cohen e Levinthal, 1989).

Desta forma, deveria ser observada uma complementaridade entre P&D interno e aquisição de conhecimento externo da firmas, ou seja, o aumento da aquisição de conhecimento externo deveria aumentar os retornos gerados pelo P&D interno, ocorrendo o mesmo no caso oposto. Diversos estudos empíricos apontam para a conclusão que a orientação científica e tecnológica do P&D da firma é um fator decisivo na ocorrência da complementaridade entre a busca de conhecimento interno e externo (Arora e Gabardella, 1990,1994).

Cassiman e Veugelers (2002) apontam, ainda, que o grau de complementaridade é sensível a outros elementos do ambiente estratégico da firma. Por exemplo, é identificado que dependência em pesquisa básica – a importância de universidade e centros de pesquisa como fontes de informação para o processo inovativo – é um fator importante que afeta a complementaridade entre P&D interno e aquisição de conhecimento externo da firma.

### 3.1.1 Complementaridade e Políticas de Inovação

Como destacado anteriormente, políticas de incentivo a inovação são de grande importância para o processo inovativo. Desta forma, saber se políticas são interdependentes entre si é um conhecimento de grande relevância no momento de desenhar programas governamentais. Um pacote de políticas de inovação, se complementares, pode aumentar a eficiência das mesmas, potencializando os resultados. Contudo, nas pesquisas sobre inovação, faltam informações adequadas de como políticas de incentivo auxiliaram na inovação dentro da firma. Ao contrário, os estudos sobre o tema se voltam para os obstáculos encontrados no processo inovativo como uma *proxy* inversa para as possíveis políticas.

Desta forma, ao indicar que a falta de financiamento adequado ou a falta de pessoal qualificado foram uma das barreiras com grande relevância para impedir ou atrasar a inovação, fica-se implícito que uma política de financiamento adequado ou de capacitação de pessoal seria necessária. Contudo, cabe destacar que a inovação não há garantias que a inovação realmente ocorreria caso tais barreiras fossem superadas, sendo o ideal, informação diretas sobre a política de inovação.

Com esta perspectiva, Galia e Legros (2004) analisam a interdependência entre diversos obstáculos a inovação, tendo com base dados de firmas francesas em 1997. Os obstáculos estudados são risco econômico excessivo, custos de inovação altos, falta de fonte adequada de financiamento, rigidez organizacional, falta de pessoal qualificado, falta de informações sobre tecnologia, falta de informações sobre o mercado, problemas com legislação, regulações ou normas, falta de resposta dos consumidores a novos produtos e processos e falha de cooperação com outras empresas ou institutos.

Os resultados encontrados sugerem que diversos obstáculos são efetivamente complementares. Por exemplo, os autores encontram indícios de complementaridade entre os pares de obstáculos: riscos econômicos excessivos e altos custos de inovação, rigidez organizacional e falta de pessoal qualificado e, finalmente, falta de fontes adequadas de financiamento e falha de cooperação.

Em um segundo estudo sobre o tema, Mohnen e Roller (2005) realizam uma análise empírica tendo como amostra um grupo maior de países europeus a partir da pesquisa “The Community Innovation Survey” (CIS) de 1992. As barreiras escolhidas foram falta de financiamento adequado, falta de pessoal especializado, falta de oportunidade de cooperação com outras empresas ou corporações tecnológicas e problemas com legislação, normas, etc. Tais variáveis estão relacionadas com as seguintes categorias de obstáculos, respectivamente: risco e financiamento, capacidades internas da firma, capacidades externas da firma e regulação. Ainda, a análise sobre a inovação é feita sobre a probabilidade e sobre a intensidade da inovação já que, possivelmente, as barreiras atuam de forma diferenciada sobre estas duas variáveis.

Os resultados encontrados sugerem que os obstáculos podem ser tanto complementares entre si, quanto substitutos. Por exemplo, na probabilidade de inovar os obstáculos de mão de obra qualificada, cooperação externa e regulação são substitutos entre si. Já na questão de

intensidade da inovação a maioria dos obstáculos apresenta complementaridade. Assim, chega-se à conclusão que grande parte da questão de interdependência entre os obstáculos depende da fase de desenvolvimento em que a empresa se encontra.

### Quadro 3.1

Resumo dos resultados encontrados por Mohnen e Roller (2005)

	<i>Propensão a inovar</i>	<i>Intensidade da inovação</i>
1 - 2	-	Complementares
1 - 3	Substitutos	Complementares
1 - 4	-	Complementares
2 - 3	Substitutos	Substitutos
2 - 4	Substitutos	-
3 - 4	Substitutos	Substitutos

Definição dos obstáculos: 1 - Falta de fontes adequadas de financiamento, 2 - Falta de pessoal qualificado, 3 - Falta de oportunidade de cooperação com outras firmas e instituições tecnológicas, 4 - Legislação, normas, regulação e taxas.

Fonte: elaboração própria a partir de Mohnen e Roller (2005)

Obstáculos substitutos significam que a redução de um exarceba outro. Logo, políticas devem ser voltadas a combatê-los conjuntamente. Para obstáculos complementares a redução de um significa, também, redução do outro. Desta forma, políticas podem ser direcionadas a um obstáculo para combater ambos.

A partir do resultado referente à probabilidade de inovação e intensidade da mesma, chega-se ao resultado normativo que para firmas recentes, que nunca inovaram, é necessário um pacote de incentivos para combater os obstáculos conjuntamente e aumentar a probabilidade que inovem um dia. Já para firmas que já inovam seria mais interessante, se possível, políticas direcionadas de acordo com o problema da mesma.

### 3.2 AVALIANDO A COMPLEMENTARIDADE

A complementaridade entre práticas das firmas, apesar de ser um tema intuitivo, é relativamente complexa de ser avaliada empiricamente. O problema decorre de uma estrutura de decisões de práticas organizacionais da firma em que o preço de cada decisão, o preço dos fatores (*input price*), não é conhecido. Desta forma, é necessário estimar diretamente o efeito de cada prática sobre o produto com a possibilidade dos custos e benefícios de empregar tais práticas variem entre as firmas e, ainda, não sejam observáveis. Adicionalmente, existe a dificuldade na especificação de modelos e, normalmente, baixa qualidade dos dados ou das informações disponíveis.

Diversos trabalhos buscaram superar estes problemas e desenvolveram metodologias distintas de estimação. Basicamente, existem três metodologias básicas e Athey e Stern (1998) fazem um resumo das mesmas, com suas especificações e limitações. Basicamente, o que se busca é conseguir analisar fatos que seriam observados empiricamente caso a complementaridade estivesse presente.

A primeira metodologia leva em consideração a racionalidade dos agentes no momento da tomada de decisões utilizando o conceito de preferência revelada e o comportamento maximizador dos mesmos. Desta forma, caso as práticas fossem realmente complementares a estratégia ótima seria monótona não decrescente nas práticas e uma correlação positiva entre as mesmas deveria ser observada (“*correlation approach*”).

Contudo cabe notar que a recíproca não é verdadeira. Um grande problema neste tipo de análise é a possibilidade de existir heterogeneidades não observadas, ou seja, diferença entre firmas não observadas pelo econometrista. A existência de heterogeneidades não observada entre

as firmas pode viesar as estimações e apresentar um resultado de complementaridade quando a mesma não existe (Arora (1996) e Athey e Stern (1998)).

Neste método, a análise pode incluir somente um estudo simples sobre as correlações entre as práticas, utilizado no mínimo como suporte adicional em todas as análises, ou o desenvolvimento de modelos mais sofisticado com definições explícitas sobre as condições de primeira ordem da função objetivo do agente. Estudos que utilizam tal metodologia incluem Arora e Gambardella (1990) e Ichniowski et al (1997). O estudo de Miravete e Pernías (2006), avaliando complementaridade entre produção e estratégias de inovação, utiliza tal metodologia sugerindo um avanço do modelo no sentido de conseguir controlar para heterogeneidades não observadas entre as firmas.

O segundo método se foca nos efeitos indiretos causados pela complementaridade (“*excluded restrictions approach*”). Ou seja, caso exista uma variável exógena que afete positivamente somente a adoção de uma prática é esperado que, devido à complementaridade, seja possível captar um efeito indireto da mesma sobre a segunda prática. Desta forma, na estrutura de escolha da firma, esta variável exógena será não decrescente na segunda prática.

Por exemplo, suponha que a aquisição de P&D interno e externos sejam complementares e a possibilidade de proteção através de segredos industriais seja uma variável exógena que afete positivamente somente a probabilidade de se realizar P&D interno. Desta forma é esperado que se possa estimar um efeito positivo *indireto* desta variável sobre a probabilidade de se realizar P&D externo (Cassiman e Veugelers, 2002). Outros trabalhos utilizaram esta metodologia, ou elementos da mesma, em suas avaliações. Por exemplo, Holmstrom e Milgrom (1994) e Brickley (1995).

Apesar de tal metodologia possibilitar uma estimação com menos ruídos e ser mais robusta a heterogeneidades não observadas entre as firmas, ela não pode avaliar

complementaridade em casos em que existam mais de duas práticas a serem investigadas (Arora, 1996). Para exemplificar suponha a relação entre três variáveis,  $(y_1, y_2, y_3)$ , em que  $(y_2, y_3)$  são complementares,  $(y_1, y_3)$  são complementares, mas  $(y_1, y_2)$  são substitutas. Um aumento de uma variável exógena que afete positivamente somente  $y_1$  pode aumentar todas as variáveis se os efeitos indiretos na seqüência  $y_1 \rightarrow y_3 \rightarrow y_2$  superarem os efeitos da seqüência  $y_1 \rightarrow y_2 \rightarrow y_3$ .

A metodologia utilizada nesta dissertação segue um caminho diferente das anteriores. Para analisar complementaridade utiliza-se uma função de produção e a análise é feita nos termos de interação entre as práticas de interesse. Tal metodologia (“*production function approach*”) define que existe complementaridade caso a função de produção for supermodular nas práticas. Alguns trabalhos empíricos utilizam esta estratégia de análise são Mohnen e Roller (2005), Cassman e Veugelers (2002) e Lokshin *et al.* (2004).

Neste sentido, é apresentada a seguir uma descrição dos principais conceitos que envolvem funções supermodulares. Em seguida, analisa-se a metodologia da função de produção aplicação no contexto de políticas de incentivo à inovação, onde, na realidade, defini-se uma função de inovação influenciada de acordo com os termos de interação das políticas utilizadas.

### 3.2.1 Supermodularidade: aspectos conceituais

Na economia, cada vez mais as funções supermodulares vêm sendo aplicadas para estudos sobre complementaridade. Os campos de aplicação da mesma se expandem e incluem as teorias do consumidor e do crescimento e, principalmente, no a Teoria dos Jogos em uma espécie de jogo particular, os supermodulares. Autores que deram contribuições nesta área são, entre outros, Topkis (1998), sobre definições de funções supermodulares, Vives (1999) e Milgrom e Roberts

(1994), sobre sua aplicabilidade em jogos supermodulares, e Milgrom e Roberts (1990, 1995), sobre sua aplicabilidade no estudo de práticas organizacionais.

Primeiro, seja  $\geq$  uma relação binária definida em um conjunto não vazio  $\mathbf{S}$ . Dizemos que  $(\mathbf{S}, \geq)$  é um conjunto parcialmente ordenado se  $\geq$  é reflexiva, transitiva e anti-simétrica. Ou seja, para todo  $x, y$  e  $z$  pertencentes a  $\mathbf{S}$  temos que:

- $x \geq x$  ;
- Se  $x \geq y$  e  $y \geq z$  então  $x \geq z$  ;
- E se  $x \geq y$  e  $y \geq x$  então  $x = y$  ;

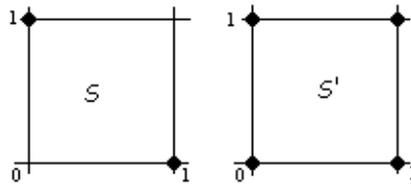
Ainda, um conjunto parcialmente ordenado é dito ordenado (ou completamente ordenado) se, para todo  $x$  e  $y$  em  $\mathbf{S}$ ,  $x \geq y$  ou  $y \geq x$ .

Um espaço reticulado (“*lattice*”) é um conjunto parcialmente ordenado em  $(\mathbf{S}, \geq)$  em que quaisquer dois elementos  $x$  e  $y$  possuem uma menor cota superior (supremo),  $\sup_{\{s\}}(x, y) = \inf\{z \in \mathbf{S} : z \geq x; z \geq y\}$ , e uma maior cota inferior (ínfimo),  $\inf_{\{s\}}(x, y) = \sup\{z \in \mathbf{S} : z \leq x; z \leq y\}$ , pertencente ao conjunto. Ou seja, Desta forma, qualquer intervalo na reta como, por exemplo,  $(0,1)$  é um espaço reticulado.

Um conjunto de pontos binários em  $\mathbf{R}^2$  como, por exemplo,  $\mathbf{S} \in \mathbf{R}^2$  tal que  $\mathbf{S} = \{(0,0);(0,1);(1,0);(1,1)\}$  também é um espaço reticulado (com a relação usual de componentes  $x \geq y$  se  $x_i \geq y_i$  para todo  $i$ ). Cabe notar, porém, que  $\mathbf{S} = \{(0,1);(1,0)\}$  não é um espaço reticulado pois não existe um ínfimo e um supremo pertencentes ao conjunto (Figura 3.1).

**Figura 3.1**

Exemplo n° 1 de Espaço Reticulado



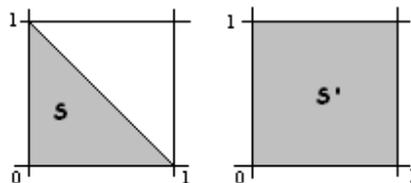
$$S = \{(0,1);(1,0)\} \text{ e } S' = \{(0,0);(0,1);(1,0);(1,1)\}$$

Fonte: adaptado de Vives, 1999, p. 18.

Outro exemplo é dado pela Figura 3.2. O conjunto  $S = \{x \in \mathbb{R}^2 : x_1 + x_2 \leq 1, x_i \geq 0\}$  não é um espaço reticulado, pois não é possível definir um supremo pertencente ao conjunto. Já o conjunto  $S' = \{x \in \mathbb{R}^2 : 1 \geq x_i \geq 0\}$  é um espaço reticulado.

**Figura 3.2**

Exemplo n° 2 de Espaço Reticulado



$$S = \{x \in \mathbb{R}^2 : x_1 + x_2 \leq 1, x_i \geq 0\} \text{ e } S' = \{x \in \mathbb{R}^2 : 1 \geq x_i \geq 0\}$$

Fonte: adaptado de Vives, 1999, p. 19.

Existem outras definições importantes relacionadas ao conceito de espaço reticulado. Por exemplo, um espaço reticulado  $(\mathbf{S}, \geq)$  é dito completo se todo subconjunto não vazio de  $\mathbf{S}$  possui um supremo e um ínfimo em  $\mathbf{S}$ . Por exemplo,  $[0,1]$  é um espaço reticulado completo, mas  $(0,1)$  não é completo pois o subconjunto  $(0.5,1)$  não possui uma menor cota superior pertencente a  $(0,1)$ .

Ainda, um subconjunto  $\mathbf{L}$  do espaço reticulado  $\mathbf{S}$  é um sub-espaço reticulado de  $\mathbf{S}$  se o supremo e ínfimo de quaisquer dois elementos de  $\mathbf{L}$  também pertencem a  $\mathbf{L}$ . Ou seja, um sub-espaço reticulado  $\mathbf{L}$  do espaço reticulado  $\mathbf{S}$  é um subconjunto de  $\mathbf{S}$  fechado nas operações "supremo" e "ínfimo". Um espaço reticulado é sempre um sub-espaço reticulado de si mesmo, mas não necessita ser um sub-espaço reticulado de um espaço reticulado maior.

Uma função supermodular tem como domínio um espaço reticulado. Mais especificamente, uma função  $g: \mathbf{X} \rightarrow \mathbf{R}$  no espaço reticulado  $\mathbf{X}$  é supermodular se, para todo  $x$  e  $y$  em  $\mathbf{X}$ , vale  $g(\inf(x,y)) + g(\sup(x,y)) \geq g(x) + g(y)$ . Ainda, dizemos que a função  $f$  é submodular se  $-f$  for supermodular.

No  $\mathbf{R}^n$  podemos definir o  $\sup(x, y) = (x \vee y) = (\max(x_1, y_1), \dots, \max(x_n, y_n))$  e, da mesma forma, o  $\inf(x, y) = (x \wedge y) = (\min(x_1, y_1), \dots, \min(x_n, y_n))$ . Os termos  $(x \vee y)$  e  $(x \wedge y)$  são denotados, respectivamente, como o *join* e *meet* de  $x$  e  $y$ . Desta forma, uma função pode ser dita supermodular se  $g(x \wedge y) + g(x \vee y) \geq g(x) + g(y)$ , (Milgrom e Roberts, 1994).

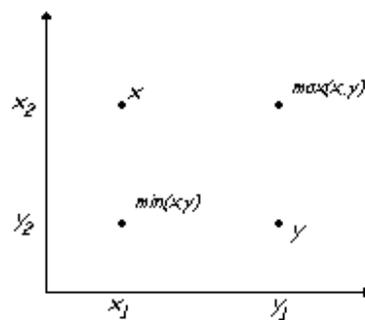
Tal conceito formaliza matematicamente e de forma elegante a idéia de complementaridade. Em quaisquer dois pontos do domínio, o aumento de um deles ao supremo entre os mesmos é maior do que o aumento do ínfimo entre eles ao outro. Ou seja, ao se variar uma variável, a mudança da função é maior quando quanto maior for a outra variável.

Usualmente entende-se complementaridade como retornos marginais crescentes entre as variáveis ou, então, diferenças crescentes entre as mesmas. Temos que uma função  $f: \mathbf{X} \times \mathbf{T} \rightarrow \mathbf{R}$  possui diferenças (estritamente) crescentes se  $f(x, t) - f(x, t')$  é (estritamente) crescente em  $x$  para todo  $t \geq t'$ . Pode ser demonstrado que supermodularidade é um conceito mais forte que diferenças crescentes, ou seja, se uma função  $g$  é supermodular em  $\mathbf{X} \times \mathbf{T}$  possui diferenças crescentes.

Ainda, se a função for definida em um produto de conjuntos ordenados os dois conceitos coincidem. Assim, uma função contínua e duas vezes diferenciável definida em  $\mathbb{R}^n$ , é supermodular se e somente se as segundas derivadas cruzadas da mesma forem positivas.

Para exemplificar o conceito, podemos aplicá-lo no sub-espço reticulado em  $\mathbb{R}^2$  formado pelos vértices  $\{\min(x,y);x;y;\max(x,y)\}$  com  $x=(x_1, x_2)$  e  $y=(y_1,y_2)$ . Pela definição de função supermodular teríamos  $g(x \wedge y) + g(x \vee y) \geq g(x) + g(y)$ , ou então,  $g(x \wedge y) - g(x) \geq g(y) - g(x \vee y)$ . Portanto, para  $y_1 \geq x_1$  e  $x_2 \geq y_2$ , variar a função de  $x$  para  $(x \vee y)$  causa um efeito maior do que variar a função de  $(x \wedge y)$  para  $y$ . Ou seja, a variação da função com o aumento de  $x_1$  para  $y_1$  é maior, quando a outra variável é maior, neste caso  $x_2$  e  $y_2$  (Figura 3.3).

**Figura 3.3**  
Exemplo n° 3 de Espaço Reticulado



$$S = \{\min(x,y);x;y;\max(x,y)\}$$

Fonte: adaptado de Vives, 1999, p. 25.

Neste exemplo, pode ser observada, também, a importância do conceito de subespaço reticulado no sentido da modelagem teórica, pois o mesmo não restringe o conjunto de decisões do agente. Por exemplo, na Figura 3.3 o conjunto formado somente por  $\{x,y\}$  implica que para aumentar uma variável de  $x_1$  para  $y_1$  seria necessário reduzir a segunda variável de  $x_2$  para  $y_2$ . Se estivéssemos modelando a escolha de fatores numa função de produção, *a priori* não faria sentido

impor tal restrição. O conceito de sub-espaço reticulado nunca impõe esse tipo de restrição e, portanto, pode ser utilizado para modelos sobre escolha de técnica dos agentes (Milgrom e Roberts, 1994).

Funções supermodulares apresentam algumas outras propriedades interessantes. Por exemplo, qualquer função de uma variável real é trivialmente supermodular. A função Cobb-Douglas,  $f(x, y) = Ax^\alpha y^\beta$ , em  $R_+^2$  é supermodular se  $A\alpha\beta > 0$ . Se  $g$  é convexa, então  $g(x+y)$  é supermodular e, ainda, se  $g$  é côncava  $g(x-y)$  é supermodular. A soma de funções supermodulares é supermodular, assim como o produto de funções supermodulares não negativas e não-decrescentes. Se  $f(x,y)$  é supermodular, então  $h(y) = \max_{x \in X} f(x, y)$  é supermodular.

Cabe notar que supermodularidade não explicita outras propriedades da função como convexidade, concavidade ou retornos de escala da função. Como visto, para uma função duas vezes diferenciável, supermodularidade define o sinal das segundas derivadas cruzadas e não da diagonal da matriz de segunda derivadas.

Apesar de diferenças crescentes ou derivadas sejam mais comuns em análises teóricas sobre complementaridade na economia, supermodularidade é um conceito matematicamente mais abrangente. Desta maneira, este é o conceito mais utilizado em estudos e testes empíricos sobre complementaridade.

### 3.2.2 Função de Produção e Complementaridade

Para analisar a complementaridade das políticas de inovação através da metodologia da função de produção, definimos uma função de inovação da firma,  $I_i(\cdot)$ , e avaliamos se a mesma é supermodular nas políticas adotadas. A princípio, assumimos que esta função é influenciada por

um conjunto de  $k$  ações governamentais, definidas por  $a = (a_1, a_2, \dots, a_k)$ , e características próprias da empresa,  $\theta_i$ . Essas características representam diferenças entre cada firma como costumes, normas, tecnologias, etc. Neste caso, o problema do governo é definir um conjunto de ações que maximize  $\sum_i I_i(a, \theta_i)$ .

O que gostaríamos de avaliar é se, no conjunto de ações possíveis  $A$  ( $a_j \in A$ ), a função de inovação é supermodular, ou seja, para toda combinação possível de ações,  $a'$  e  $a''$ , vale:

$$I((a' \wedge a''), \theta) + I((a' \vee a''), \theta) \geq I(a', \theta) + I(a'', \theta) \quad (1)$$

Por exemplo, seja  $\mathbf{A}$  composto de duas políticas de inovação: subsídios para compra de máquinas e equipamentos e incentivos para qualificação e capacitação da mão de obra. Temos então quatro possíveis escolhas de políticas pelo governo, sendo estas  $\mathbf{A} = \{(0,0), (1,1), (0,1), (1,0)\}$ . Desta forma, em  $a_1 = (1,0)$  somente é aplicada a políticas de subsídios a máquinas e em  $a_2 = (0,1)$  somente é aplicada à política de qualificação de mão de obra.

Se tais práticas forem complementares, temos que a função de inovação é supermodular, ou seja,  $I(1,0) + I(0,1) \leq I(1,1) + I(0,0)$  ou, escrito de outra forma,  $I(1,0) - I(0,0) \leq I(1,1) - I(0,1)$ . A intuição desta última desigualdade é que adotar subsídios para compra de máquinas e equipamentos possui um efeito maior sobre a variação da inovação quando incentivos a capacitação dos funcionários estão presentes. Cabe destacar que outros pares possíveis de políticas sempre nos levam a desigualdades triviais.

Porém, à medida que aumentamos o número de práticas que gostaríamos de avaliar, aumenta-se a complexidade do problema. Por exemplo, três possibilidades de políticas possíveis resultam em oito combinações possíveis das mesmas. Para avaliar complementaridade em um par

delas, a mesma restrição de desigualdade tem que valer para os dois casos possíveis da restante. No total, devem valer duas desigualdades para cada par, em um total de seis desigualdades.

No caso de quatro políticas temos dezesseis combinações possíveis. Novamente, para cada par, a restrição deve valer para as quatro combinações possíveis das demais. Como temos seis pares obtemos vinte e quatro restrições que precisam valer para haver complementaridade entre todas as políticas.

Por exemplo, escrevendo o conjunto de políticas possíveis em forma binária temos: (0000), (0001), (0011), ..., (1111). Definindo a função de inovação sobre este espaço reticulado, a complementaridade entre as políticas 1 e 2 é dada pelas seguintes restrições (onde  $XX = \{00,01,10,11\}$ ):

$$I(10XX, \theta_i) + I(01XX, \theta_i) \leq I(00XX, \theta_i) + I(11XX, \theta_i) \quad (2)$$

De forma similar, para as políticas 1 e 3 teríamos as quatro restrições seguintes:

$$I(1X0X, \theta_i) + I(0X0X, \theta_i) \leq I(0X0X, \theta_i) + I(1X1X, \theta_i) \quad (3)$$

As dezesseis restrições restantes estariam relacionadas com o par de políticas 1 e 4, 2 e 3, 2 e 4 e, finalmente, 3 e 4. Complementaridade entre todas as políticas se dá quando todas as restrições são válidas. De uma forma geral, temos que, para  $k$  políticas existirão  $2^{(k-2)} \sum_{i=1}^{k-1} i$  restrições não triviais possíveis.

Um resultado interessante para funções supermodulares, e que facilita a estimação computacionalmente, é que uma função pode ser dita supermodular em um conjunto de argumentos se, e somente se, for supermodular para cada par de argumentos (Topkis (1978)). Desta forma, para avaliar a existência de complementaridade em mais de duas políticas de

inovação basta analisar as mesmas políticas duas-a-duas. Portanto, para quatro práticas, não é necessário avaliar todas as vinte e quatro restrições simultaneamente para identificar se a função é supermodular. Para isso, basta avaliar os incentivos em pares, o que nos dão apenas quatro restrições por vez.

Neste sentido, para tentar testar complementaridade na função empiricamente busca-se estimar uma equação da forma:

$$I_{ij} = \sum_{l=0}^{2^k-1} \gamma S_{ij} + \beta Z_{ij} + \eta_j + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

Na equação,  $I_{ij}$  representa alguma medida de inovação da firma  $i$  e setor  $j$ ,  $S_{ij}$  resume as variáveis *dummies* de cada combinação de ações possíveis,  $Z_t$  são as demais variáveis pré-determinadas da firma, e  $\eta_j$  e  $\varepsilon_{ij}$  são efeitos fixo da indústria e aleatórios da firma, respectivamente.

Para avaliar complementaridade entre as políticas, realiza-se um teste de hipótese sobre cada par de incentivos. Por exemplo, para as políticas 1 e 2 resulta-se um conjunto de restrições dado pelas quatro equações de desigualdades lineares (onde  $XX$  é definido como anteriormente):

$$\gamma_{10XX} + \gamma_{01XX} \leq \gamma_{00XX} + \gamma_{11XX} \quad (5)$$

Já para o teste do par de políticas 1 e 3 temos:

$$\gamma_{1X0X} + \gamma_{0X1X} \leq \gamma_{0X0X} + \gamma_{1X1X} \quad (6)$$

E para as políticas 2 e 3 temos:

$$\gamma_{X10X} + \gamma_{X01X} \leq \gamma_{X00X} + \gamma_{X11X} \quad (7)$$

Para os incentivos 1 ,2 e 3 serem complementares entre si é necessário que não se rejeite a hipótese nula da validade de tais restrições em todos os testes. De forma similar, o mesmo vale se incluirmos a quarta política de incentivo.

O teste de hipótese em questão busca avaliar hipóteses de múltiplas restrições lineares. No caso de somente duas práticas um teste t monocausal poderia ser utilizado. Contudo, para o caso de  $n$  práticas,  $n > 2$ , temos uma quantidade maior de restrições simultâneas de desigualdade para serem testadas.

Supondo  $k$  coeficientes representados pelo vetor  $\mathbf{b}$  ( $k \times 1$ ), o teste de desigualdade avalia a hipótese nula  $H_0 = \mathbf{Rb} \leq 0$  contra a hipótese alternativa  $H_a = \mathbf{Rb} \geq 0$ , onde  $\mathbf{R}$  é uma matriz  $p \times k$ ,  $p$  é o número de restrições e, sob a hipótese nula, uma desigualdade estrita vale para pelo menos uma das restrições.

A estatística de tal teste é dada por (Kodde e Palm (1986)):

$$c_w = (\mathbf{R}(\mathbf{b} - \bar{\mathbf{b}}))^T (\mathbf{R}\mathbf{\Omega}\mathbf{R}^T)^{-1} \mathbf{R}(\mathbf{b} - \bar{\mathbf{b}}) \quad (8)$$

Onde  $\mathbf{b}$  é um estimador consistente e  $\bar{\mathbf{b}}$  é o estimador que minimiza tal estatística sujeito as restrições da hipótese nula. Como demonstrado por Gourieroux, Holly e Manford (1981), e Wolak (1989,1991) a estatística apropriada para tal teste possui uma distribuição ponderada de qui-quadrados.

Desta forma, a probabilidade da estatística exceder  $c$  sobre a hipótese nula iguala a probabilidade dada por  $\sum_i \Pr(\chi_i^2 \leq c) \cdot w_i$ , onde  $w_i$  é o peso que pondera tal distribuição (Shapiro

(1985) e Wolak (1989)). Assim, o p-valor do teste se iguala a  $1 - \sum_i \Pr(\chi_i^2 \leq c) \cdot w_i$ . Ainda, Shapiro (1985) demonstra que os pesos somam a unidade.

A estatística calculada pode ser comparada na Tabela 1 de Kodde e Palm (1986) (em anexo). Nela são dados valores críticos superiores e inferiores ( $c_l$  e  $c_u$ ) a níveis de significância variando de 0.25 a 0.001 e graus de liberdade de 1 a 40 para testes múltiplos de igualdades e desigualdades<sup>2</sup>. Contudo, caso a estatística calculada esteja entre a região de indecisão (entre  $c_l$  e  $c_u$ ) o p-valor exato deve ser calculado através da determinação por métodos numéricos dos pesos.

Cabe destacar que uma condição necessária para calcular a estatística do teste é uma estimação consistente dos coeficientes. Portanto, uma análise criteriosa deve ser feita sobre possíveis problemas com endogeneidade ou omissão de variáveis. Por exemplo, a questão de heterogeneidade não observada entre as firmas, levantada por Athey e Stern (1998), é um problema que deve ser considerado.

Como a decisão de escolha entre políticas é endógena a firma, possíveis heterogeneidades não observadas podem fazer com que a variável dicotômica de escolha da prática esteja correlacionada com o termo de erro da equação, o que levaria a estimações viesadas. Mohnen e Roller (2005) argumentam que, apesar da crítica ser relevante, não invalida diretamente a análise, pois, para as estimativas serem inconsistentes, o termo de erro deveria estar correlacionado com os termos de interação entre as práticas e não com as práticas em si.

---

<sup>2</sup> O grau de liberdade é igual a um mais o número de igualdades testadas para o limite inferior e o número total de igualdades e desigualdades para o limite superior.

## **4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS**

### **4.1 BASE DE DADOS**

#### **4.1.1 Aspectos gerais**

A base de dados utilizada na pesquisa é a PINTEC 2003 (Pesquisa de Inovação Tecnológica) do IBGE. A PINTEC é a principal pesquisa sobre inovação tecnológica do Brasil, avaliando empresas classificadas como industrial (principal receita derivada da atuação nas atividades das indústrias extrativas ou indústrias de transformação), ativas e empregando 10 ou mais pessoas. Sua periodicidade é trienal e a pesquisa possui duas referências temporais. A maioria das variáveis qualitativas se refere a um período de três anos consecutivos (no caso da PINTEC-2003 de 2001 a 2003, por exemplo). As variáveis quantitativas e algumas qualitativas (como, por exemplo, existência de projetos incompletos) se referem ao último ano da pesquisa. De uma forma geral, a maioria dos estudos sobre inovação no Brasil levam em consideração os dados da PINTEC, sendo esta a maior fonte de informações sobre o tema no país.

Contudo, cabe destacar algumas ressalvas levantadas por Cassiolato, Brito e Vargas (2005). Primeiro, o recorte setorial tende a negligenciar o contexto histórico-institucional de certos territórios (aglomerações produtivas). Segundo os dados se restringem ao setor industrial, excluindo informações sobre a agricultura e serviços, setores tecnologicamente dinâmicos. Por último, a pesquisa coleta somente dados formais, enquanto, na realidade, ocorre muita informalidade como é o caso de acordos de cooperação entre empresas e outras instituições.

No sentido de buscar a maior informação possível das empresas a pesquisa utiliza blocos de perguntas tentando focar sobre diversas características do processo inovativo. Tais blocos são

formados, por exemplo, por informações sobre características das empresas, inovações de produtos e processos, atividades inovativas, fontes de financiamento e atividades internas de P&D, impactos da inovação, fontes de informação, cooperação para inovação, apoio do governo, patentes e métodos de proteção, obstáculos à inovação e mudanças organizacionais.

Todas as empresas que realizaram algum esforço no processo inovativo respondem todos os blocos da pesquisa. As empresas que não inovaram ou que não possuíam nenhum projeto em andamento respondem apenas sobre suas características, obstáculos encontrados e mudanças organizacionais.

O primeiro bloco de perguntas trata sobre questões gerais sobre a empresa, como tamanho, localização, setor, se faz parte de um grupo, etc. Outras informações importantes que estão disponíveis em outros blocos da pesquisa e podem ser utilizadas como variáveis exógenas são a intensidade da atividade de P&D, se a firma realiza P&D de forma contínua, se utilizou cooperação para inovar e se realizou alguma mudança organizacional ou estratégica significativa no período da pesquisa.

Tais variáveis são utilizadas usualmente na literatura como regressores para a inovação (Mohnen e Roller (2005), Cassiman e Veugelers (2003)). Ainda, Kannebley *et al.* (2005) sugerem que para o Brasil as principais variáveis que determinam a inovação nas empresas são a origem do capital externo, se fazem parte de um grupo e o tamanho das mesmas. Desta forma, as variáveis exógenas foram definidas a partir dos dados disponíveis na amostra e da literatura correlata. A definição de cada variável utilizada é apresentada no anexo.

Em seguida a empresa é questionada em relação à atividade inovativa e o impacto da mesma. Neste sentido, seguindo orientação do Manual de Oslo (2004), a inovação é definida como implementação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados. É informado, também, o percentual de vendas líquidas (para o mercado interno e

externo) de produtos tecnologicamente novos para firma, para o mercado nacional e mercado internacional.

A definição utilizada para firmas inovadoras que a análise se foca é a mais geral possível. Ou seja, é considerada firma inovadora aquela que inova em processo ou produto, para o mercado ou somente para a firma. A intensidade de inovação é dada pelo percentual de vendas líquidas de produtos inovados, para firmas com o principal mercado o nacional, e o percentual de exportações de produtos inovados, para firmas com o principal mercado o estrangeiro. Cabe destacar que, como esta informação só está disponível para empresas que realizaram algum tipo de inovação, é possível que exista problemas de dados censurados na amostra. Ou seja, caso a firma tenha um percentual zero de vendas de produtos inovados, não é possível identificar se isso se deve porque a firma decidiu não inovar, ou se foi uma contribuição de suas características. A Tabela 4.1 resume as variáveis utilizadas nesta dissertação.

**Tabela 4.1:**  
Definição das variáveis

Variáveis Endógenas:	
<i>Inovou</i>	Dummy igual a 1 se firma inovou, em processo ou produto, para o mercado ou somente para a firma. 0 caso contrário.
<i>Intensidade</i>	Razão entre receita líquida de vendas de produtos inovadores e receita total, para firmas cujo principal mercado é o nacional, e razão entre exportações líquidas de produtos inovadores e exportações totais, para firmas cujo principal mercado é o estrangeiro.
Variáveis Exógenas:	
<i>Log(Pessoal Ocup)</i>	Logaritmo do pessoal ocupado.
<i>Estrangeiro</i>	Dummy igual a 1 se firma possui maior capital estrangeiro. 0 caso contrário
<i>Grupo</i>	Dummy igual a 1 se firma faz parte de um grupo. 0 caso contrário.
<i>Organiz.</i>	Dummy igual a 1 se firma realizou mudança organizacional significativa. 0 caso contrário.
<i>Export.</i>	Dummy igual a 1 se firma é exportadora. 0 caso contrário.
<i>P&amp;D / Vendas</i>	Razão entre gastos totais em P&D e receita líquida de vendas.
<i>Contínuo</i>	Dummy igual a 1 se firma realiza P&D de forma contínua. 0 caso contrário.
<i>Cooperando</i>	Dummy igual a 1 se firma coopera com outras instituições. 0 caso contrário.

Fonte: elaboração própria

Em relação às políticas de inovação existem dois blocos de perguntas relacionadas à mesma. O primeiro trata sobre o apoio do governo no processo inovativo. As firmas informam se receberam incentivos fiscais a P&D, incentivo fiscal pela Lei de Informática, financiamento a projetos de pesquisa em parceria com universidades e institutos de pesquisa, financiamento à compra de máquinas e equipamento utilizados para inovar, apoio oferecido pelas fundações de amparo à pesquisa ou aporte de capital de risco.

Como o horizonte temporal da pesquisa é dado pelos anos de 2001 a 2003, os incentivos fiscais a P&D e pela Lei de Informática são aqueles definidos pela Lei 8.661/93 e 10.332/02, pois ainda não haviam sido implementadas as estruturas de incentivos propostas pela Lei 11.195/05 (Lei do Bem). O financiamento a projetos de pesquisa em parceria com universidades e institutos de tecnologia basicamente reflete o efeito dos financiamentos aprovados através dos fundos setoriais.

Já o financiamento a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar é disponibilizado por bancos oficiais, como o BNDES, Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal. Os programas de apoio oferecido pelas fundações de amparo à pesquisa englobam aqueles oferecidos pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e os programas de aporte de capital de risco são aqueles oferecidos pelo BNDES e FINEP.

O segundo bloco com informações sobre políticas trata sobre barreiras à inovação. Empresas que realizaram algum esforço inovativo, mas não obtiveram sucesso, identificam de uma lista as causas possíveis de suas dificuldades. Entre estas barreiras estão, por exemplo, falta de pessoal qualificado, escassez de fontes apropriadas de financiamento, escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições e dificuldades para se adequar a padrões, normas e regulamentações.

Estas barreiras podem representar dificuldades técnicas internas encontradas pela firma, sendo estas, falta de pessoal qualificado e dificuldade para se adequar a regras e regulamentos. A falta de fontes apropriadas de financiamento está relacionada com dificuldades externas encontradas pelas firmas e as escassas possibilidades de cooperação com outras empresas e institutos demonstram a fragilidade do Sistema Nacional de Inovação.

Desta forma, a análise dos impactos de políticas de inovação poderia ser feita tanto de uma forma direta, quanto indireta. Analisando diretamente as políticas de apoio do governo, podemos avaliar os resultados e interdependência entre as mesmas. Por exemplo, a relação existente entre incentivos fiscais à P&D e incentivos à cooperação com universidades e institutos de pesquisa. Indiretamente podemos analisar onde o empresário percebe que políticas de inovação seriam mais necessárias. Neste caso, o foco estaria voltado mais para o desenho de novas políticas de inovação e sua interdependência com as demais.

Ambos as abordagens apresentam vantagens e desvantagens. A mais indicada seria a análise direta, ou seja, analisar a complementaridade entre as políticas efetivas utilizadas pelas empresas e seus efeitos sobre a inovação. Contudo, o desenho da pesquisa apresenta apenas se a firma utilizou o incentivo, não especificando a importância do mesmo em relação ao processo inovativo. Na análise indireta não há este problema, pois a firma especifica se a barreira teve uma relevância grande ou pequena nas dificuldades encontradas para inovar. Contudo, não há garantias que a firma realmente inovaria caso tais barreiras fossem resolvidas.

Ainda, existe uma certa relação entre as políticas de incentivo e os obstáculos percebidos. Contudo, cabe notar que tal relação não é direta (financiamento à parcerias de projetos de pesquisa pode afetar tanto a percepção de escassez de fontes de financiamento, quanto a possibilidade de cooperação com outros institutos, por exemplo), mas pode auxiliar a análise.

Um aspecto importante da PINTEC, e que cabe ser destacado, é o seu desenho amostral. A pesquisa trabalha com a hipótese básica de que a inovação é um fenômeno raro e não deve ser observada com relativa frequência nas firmas. Desta forma, para garantir uma boa qualidade de informação sobre a atividade inovativa na população através da observação da mesma nas firmas, é necessária a utilização de amostragem estratificada.

Um primeiro nível estrato é definido de acordo com o grau de probabilidade das empresas serem inovadoras. A definição da alocação das firmas nos estratos é dada por um conjunto de indicadores (primários e secundários) formados a partir de diversas bases de dados que informam o possível grau de inovação da empresa. O primeiro subconjunto, o estrato certo, é formado por empresas grandes (500 ou mais funcionários) ou onde a inovação é quase certa (por exemplo, empresas que se declararam inovadoras em edições anteriores da pesquisa) e são incluídas na amostra da pesquisa com probabilidade um.

São definidos, ainda, mais dois estratos amostrados, o elegível e não-elegível, também diferenciados de acordo com o conjunto de indicadores sobre inovação. No estrato elegível encontram-se empresas com chances razoáveis de serem inovadoras e no estrato não elegível empresas com poucas ou nenhuma chance de serem inovadoras.

Ainda, o desenho da pesquisa foi feito no sentido de também garantir informações confiáveis para as diversas regiões no Brasil e para as atividades econômicas mais importantes das mesmas. Um segundo nível de estrato na amostra foi definido levando em consideração as regiões mais industrializadas e suas principais atividades econômicas. Cabe ressaltar que a PINTEC utiliza a Classificação Nacional das Atividades Econômicas - CNAE.

Desta maneira, nas regiões geográficas - Norte, Nordeste, Sudeste exclusive São Paulo, Sul e Centro-Oeste - foram selecionadas as atividades responsáveis por 70% do VTI regional.

Nas Unidades da Federação selecionadas, com exceção de São Paulo, considerou-se as atividades responsáveis por 50%. Em São Paulo, o corte se deu em 80% do VTI.

Os estratos naturais são definidos pelos cruzamentos das localizações geográficas e das atividades econômicas selecionadas, enquanto nos estratos finais foram considerados também os indicadores de inovação. A seleção da amostra em cada estrato final é feita de forma independente, com probabilidade de seleção proporcional à raiz quadrada do número de pessoas ocupadas.

Os pesos distintos das observações, de acordo com o estrato da mesma, influenciam as estimativas pontuais de estatísticas descritivas. Ainda, as medidas de precisão dos estimadores, como a variância e o desvio-padrão, podem ser influenciadas tanto pelos pesos quanto pelos estratos da amostra (Silva *et al.*, 2002). Portanto, a análise dos dados deve considerar o desenho da pesquisa sob o risco de produzir resultados incorretos dos níveis de significância, comprometendo a qualidade e interpretação dos resultados.

Para corrigir a amostra de observações, “*outliers*”, foram excluídas empresas com o percentual de P&D sobre vendas maior do que 50%. Ainda, trabalhou-se com uma agregação de 16 setores, sendo estes derivados do nível CNAE em dois dígitos. A definição dos setores utilizados pode ser observada em anexo.

#### 4.1.2 Análise Descritiva

Todos os resultados foram gerados a partir dos micro-dados da pesquisa que, por questão de sigilo das informações estatísticas, possuem acesso restrito. Desta forma, o acesso à base de dados foi feito a partir de abertura de processo junto ao IBGE, justificando o projeto de pesquisa,

sendo a visita agendada para o dia 14 de janeiro de 2008. Ainda, o programa utilizado em todas as estatísticas e regressões foi Stata SE 10.0.

Os dados da amostra apontam para um baixo grau de inovação da indústria brasileira, e as estatísticas encontradas vão de acordo com outros estudos sobre o tema (Resende e Hasenclever, 1998; Kannebley *et al.*, 2005). Do total das 9.873 empresas que compõem a amostra analisada, 60% não apresentam qualquer tipo de inovação, seja ela de produto ou processo e não só inovadora para o mercado, mas também para a firma. Levando em consideração a amostra expandida, podemos observar uma frequência ainda menor de firmas que realizaram a inovação na população, apenas 33% (Tabela 4.2).

A intensidade de inovação da firma, como definida anteriormente, se apresenta nos patamares de 8%. De uma forma geral, mesmo com uma definição geral do conceito de inovação, o universo de firmas que apresenta o fenômeno que esta pesquisa está interessada em estudar é reduzido. Em relação ao pessoal ocupado nas firmas, pode-se notar que a média da população é de aproximadamente cinquenta empregados.

**Tabela 4.2**  
Estatísticas descritivas das variáveis (população)

	Média	Erro Padrão	Intervalo Confiança 95%	
Inovou	0,330	0,007	0,315	0,344
Intensidade	0,088	0,004	0,080	0,096
Pessoal Ocupado	49,08	0,69	47,71	50,44

Fonte: Pintec 2003

As estatísticas descritivas das variáveis exógenas para a amostra expandida são apresentadas na Tabela 4.3. Estatísticas descritivas de toda a amostra são apresentadas no anexo. Como empresas não inovadoras não respondem todas os blocos de perguntas da pesquisa, não foi

possível recuperar as estatísticas descritivas de algumas variáveis como, por exemplo, a intensidade de P&D.

A princípio, poderia se propor que firmas com capital estrangeiro ou parte de um grupo possuem uma menor propensão a inovar, já que o esforço inovativo normalmente é feito pela matriz estrangeira. Apesar disso, a média de empresas com capital estrangeiro ou parte de um grupo é estatisticamente significante maior nas empresas que realizaram inovação. Da mesma forma, apesar da maioria das firmas apontarem que realizaram algum tipo de mudança organizacional, entre as firmas inovadoras este índice é significativamente maior.

O valor médio da razão entre P&D e vendas se encontra em torno de 0,7. De acordo com o esperado, firmas que realizam P&D de forma contínua ou que realizam algum tipo de cooperação de P&D são mais freqüentes entre as empresas que inovam (Tabela 4.3).

**Tabela 4.3**  
Estatísticas descritivas das variáveis exógenas (população)

	Não Inovou				Inovou			
	Média	Erro Padrão	Intervalo	Confiança 95%	Média	Erro Padrão	Intervalo	Confiança 95%
Estrangeiro	0,0142865	0,0015162	0,0113145	0,0172585	0,0296145	0,0023707	0,0249674	0,0342616
Grupo	0,0247208	0,0022653	0,0202803	0,0291613	0,0427525	0,0038589	0,0351883	0,0503166
Organiz.	0,5839486	0,0096322	0,5650675	0,6028297	0,8335217	0,0104349	0,8130671	0,8539763
P&D/Vendas	-	-	-	-	0,0069809	0,0008055	0,0054019	0,0085598
Contínuo	-	-	-	-	0,071343	0,0046374	0,0622527	0,0804332
Cooperando	-	-	-	-	0,0292991	0,003441	0,0225541	0,0360441

Fonte: PINTEC 2003

Em relação às políticas de incentivo estudadas, do total de empresas que inovaram a grande maioria declarou que não utilizou qualquer política de incentivo. A política mais freqüente utilizada pelas empresas foi o financiamento de maquinas e equipamentos utilizados para inovar. Os incentivos fiscais, sejam de P&D ou de informática, foram utilizados por apenas

aproximadamente 0,44% das empresas. O financiamento a parcerias com universidade e institutos de pesquisa foi utilizado por apenas 0,55% das empresas. Da mesma forma, o aporte de capital de risco foi utilizado por apenas 0,15% das inovadoras, assim como o apoio oferecido por fundações de amparo à pesquisa. O mesmo padrão se repete nas empresas situadas no Sudeste, região onde há a maior concentração de indústrias.

**Tabela 4.4**  
**Frequência de políticas de apoio em firmas inovadoras**

Nenhum apoio do governo	93,91%
Incentivo fiscal	0,44%
Financiamento a parcerias com univ. e inst. de pesquisa	0,55%
Financiamento a maquinas e equipamentos	4,81%
Aporte de capital de risco	0,15%
Aporte oferecido pela fundação amparo à pesquisa	0,15%

Fonte: Pintec 2003

Observando os termos de interação entre as políticas, ou seja, como as empresas se beneficiam ao utilizar políticas simultaneamente, nota-se que as empresas pouco utilizam mais de uma política de inovação. Na realidade, não foi observada na amostra nenhuma empresa que optou por utilizar todos os incentivos pesquisados. Ainda, a maior frequência de estratégia de incentivos é a utilização isolada de financiamento de maquinas e equipamentos, aproximadamente 4,5% das empresas inovadoras (Tabela B.3 do anexo).

Este fato se deve, provavelmente, pela maior facilidade das linhas créditos oferecidas com tal finalidade como, por exemplo, do BNDES ou da Caixa Econômica. Ainda, é realmente esperado que, devido à heterogeneidade das firmas, certas políticas não sejam observadas conjuntamente. Por exemplo, o incentivo fiscal na maioria dos casos é voltado para empresas bem estruturadas que possuem a estrutura necessária para conseguir, por exemplo, um PDI aprovado. Desta forma, as mesmas não ganhariam benefícios com aporte de capital de risco.

Por outro lado, era esperada uma interação maior entre outras políticas, o que indica que não há um incentivo para as empresas as utilizarem conjuntamente. Ainda, se não há interações entre as políticas, não há como analisar os efeitos das mesmas a partir da metodologia proposta anteriormente. Desta forma, no sentido de apresentar algum resultado utilizando as políticas de incentivo diretamente, foram escolhidas apenas três políticas de incentivo, que apresentam maior frequência na amostra, para uma breve análise. Estas são as políticas de incentivo fiscal, financiamento de máquinas e equipamentos e financiamento a parcerias com universidade e institutos de pesquisa.

Para estas políticas selecionadas um indício de complementaridade pode ser observado analisando a frequência das mesmas. Por exemplo, é possível notar que a estratégia de utilizar somente o financiamento a parcerias com institutos de pesquisa ou somente o financiamento a máquinas e equipamentos ocorre de forma menos frequentes do que a estratégia de adotar ambas ou nenhuma (Tabela B.4 do anexo). Ou seja, as firmas que decidem por utilizar uma frequentemente tentam, também, obter os benefícios da outra.

As barreiras e obstáculos à inovação permitem uma melhor análise, pois todas as empresas respondem os obstáculos percebidos, não só as empresas que realizaram inovações, o que aumenta a amostra analisada. Contudo, observando a frequência de respostas, é possível perceber, ainda, que a maioria das firmas indicou que não encontrou qualquer barreira à inovação (Tabela 4.5). O maior obstáculo apontado foi o de falta de fontes adequadas de financiamento, seguido de riscos econômicos excessivos. Em seguida estão a falta de pessoal qualificado e a falta de informações sobre a tecnologia ou mercado. Por último entre as barreiras analisadas está a dificuldade de cooperação com outras instituições.

**Tabela 4.5**  
Frequência das barreiras à inovação

Nenhum obstáculo encontrado	69,00%
Fonte de financiamento	28,16%
Pessoal qualificado	12,80%
Escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições	7,88%
Falta de informação sobre tecnologia ou mercado	12,30%
Riscos econômicos elevados	24,74%
Escassez de serviços tecnológicos adequados	6,67%

Fonte: Pintec 2003

Para o estudo de interdependência entre as barreiras foi escolhida a falta de fontes adequadas de financiamento, falta de pessoal qualificado, falta de informação sobre mercado ou tecnologia e escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições. A maior parte das firmas aponta problemas na fonte de financiamento como um obstáculo (Tabela 4.6). Ainda, as firmas se queixam mais frequentemente de outras barreiras quando a falta de financiamento também é um obstáculo percebido. Tal resultado vale tanto para firmas que não inovaram, quanto para as firmas que inovaram e para o total de firmas. Isso indica uma possível complementaridade entre o falta de financiamento e as demais barreiras analisadas.

**Tabela 4.6**  
Interação das barreiras à inovação (%)

<i>Estado</i>	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
<i>Não inovou</i>	51,3	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	6,7	1,7	0,9	0,6	2,2	1,5	0,6	1,3
<i>Inovou</i>	18,8	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	4,0	1,3	0,6	0,7	1,2	2,3	0,6	2,1

*Definição dos obstáculos:* 1 - Falta de fonte de financiamento adequada; 2 - Falta de pessoal qualificado; 3 - Escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições; 4 Falta de informação sobre tecnologia ou mercado.

Ainda, falta de informações sobre mercados e tecnologias e dificuldades de cooperação com outras instituições também mostram indícios de serem complementares. Isto porque as firmas apontam mais frequentemente ambas as barreiras ou nenhuma do que elas separadamente.

Assim, a percepção das firmas é que quando uma há falta de informação sobre o mercado ou tecnologia, normalmente há problemas de cooperação com outras instituições.

Por último, cabe fazer um destaque entre a relação das políticas de incentivo e as barreiras apontadas pelas firmas. É possível observar que a maioria das firmas não obteve nenhuma política de incentivo do governo e não percebeu nenhuma barreira a inovação (Tabela B.4 do anexo). Apesar de contra-intuitivo, o que este resultado pode estar indicando é simplesmente que somente as firmas que se engajaram em *algum* esforço inovativo conseguem encontrar algum obstáculo à inovação. Esta idéia é corroborada pelo fato de que, à medida que as firmas utilizam mais incentivos, o percentual de firmas que encontram barreiras não diminui, pelo contrário, aumenta. Por exemplo, 28% das firmas que não se beneficiaram de nenhuma das três políticas de incentivos selecionadas encontram algum tipo de obstáculo à inovação. Este percentual aumenta para 70% para as firmas que se beneficiaram dos três incentivos selecionados.

Toda esta análise foi realizada sem levar em consideração o efeito das políticas e barreiras sobre a probabilidade de inovação e sobre a intensidade da mesma. Ou seja, apesar de uma firma utilizar uma política de incentivo mais freqüentemente quando outra está presente, não se pode inferir nada sobre as conseqüências sobre a intensidade da inovação. Este é o foco da próxima seção.

## 4.2 RESULTADOS EMPÍRICOS

Para analisar o efeito das políticas indiretamente, como exposto anteriormente, foi estimada uma regressão de propensão a inovar e outra de intensidade de inovação, através de um modelo Tobit Generalizado (*heckit*). Cabe destacar que a utilização dos pesos amostrais na

regressão gera uma grande diferença nos resultados, principalmente nas *dummies* setoriais e regionais.

Em geral, o logaritmo do pessoal ocupado apresenta um efeito positivo e estatisticamente significativo para a probabilidade da firma inovar, mas negativo em relação a intensidade de inovação. As firmas exportadoras ou que realizaram mudanças organizacionais significativas apresentam uma maior probabilidade de inovar. Ainda, as firmas que fazem parte de um grupo apresentam uma maior intensidade de inovação.

**Tabela 4.7**  
Regressão – Tobit Generalizado (*heckit*) – para Barreiras à Inovação

	Propensão a inovar				Intensidade inovação			
	Coef.	E.P.	t	P> t	Coef.	E.P.	t	P> t
<i>Log(Pessoal Ocup.)</i>	0,0909	0,0211	4,3	0	-0,0443103	0,0091751	-4,83	0
<i>Estrangeiro</i>	0,0867	0,0892	0,97	0,332	0,0552234	0,0294551	1,87	0,061
<i>Grupo</i>	0,0973	0,0932	1,04	0,297	0,0721698	0,0404552	1,78	0,074
<i>Organiz.</i>	0,6486	0,0517	12,55	0	-0,1448569	0,0329216	-4,4	0
<i>Export.</i>	0,2047	0,0545	3,76	0	-0,044194	0,0230423	-1,92	0,055
<i>P&amp;D / Vendas</i>					0,5045919	0,2672776	1,89	0,059
<i>Contínuo</i>					0,0232174	0,0243521	0,95	0,34
<i>Cooperando</i>					0,0354615	0,0377779	0,94	0,348
<i>Estados:</i>								
<i>0001</i>	-0,7419	0,4439	-1,67	0,095	0,2857603	0,1667049	1,71	0,087
<i>0010</i>	-0,1503	0,6922	-0,22	0,828	0,6760066	0,2742124	2,47	0,014
<i>0011</i>	1,6498	0,7147	2,31	0,021	0,2914372	0,1692095	1,72	0,085
<i>0100</i>	-0,0211	0,4725	-0,04	0,964	0,3978007	0,1626256	2,45	0,014
<i>0101</i>	0,3177	0,4738	0,67	0,503	0,3624798	0,1553118	2,33	0,02
<i>0110</i>	-0,7586	0,7249	-1,05	0,295	0,2862248	0,2198955	1,3	0,193
<i>0111</i>	0,3421	0,6768	0,51	0,613	0,4425642	0,2113921	2,09	0,036
<i>1000</i>	-0,8083	0,3411	-2,37	0,018	0,4729964	0,1538566	3,07	0,002
<i>1001</i>	-0,6989	0,3564	-1,96	0,05	0,4257978	0,1562781	2,72	0,006
<i>1010</i>	-0,7387	0,3804	-1,94	0,052	0,5306317	0,1685773	3,15	0,002
<i>1011</i>	-0,4877	0,3716	-1,31	0,189	0,4289305	0,1668109	2,57	0,01
<i>1100</i>	-0,916	0,353	-2,6	0,009	0,5030752	0,1603276	3,14	0,002
<i>1101</i>	-0,3228	0,3495	-0,92	0,356	0,4534426	0,155517	2,92	0,004
<i>1110</i>	-0,4594	0,3836	-1,2	0,231	0,5107886	0,1717941	2,97	0,003
<i>1111</i>	-0,1983	0,3528	-0,56	0,574	0,4045368	0,1548976	2,61	0,009
<i>0000</i>	-1,0733	0,336	-3,19	0,001	0,4868494	0,1523848	3,19	0,001
<i>Sigma</i>					0,3460049	0,0061509		

\**dummies* setoriais e regionais foram incluídas na regressão, mas excluídas da tabela.

Em relação às barreiras, como esperado, a maioria apresenta um efeito negativo sobre a probabilidade e intensidade à inovação. Contudo, o maior efeito encontrado é justamente quando as firmas apontam que não há nenhuma barreira presente. Esse seria, novamente, um indício que as firmas inovadoras, que realizaram algum esforço de inovação, estão em melhores condições de apontar as barreiras encontradas. De fato, este fenômeno se reduz na regressão feita a partir da intensidade de inovação, que corrige a amostra para o viés de auto-seleção.

Como apontado por Mohnen e Roller (2005), é importante destacar que o sinal dos coeficientes e o nível de significância dos mesmos não determinam necessariamente a análise sobre complementaridade. Primeiro porque a análise de complementaridade é feita a partir de restrições lineares de diversos coeficientes ( $\gamma_{111} + \gamma_{100} - \gamma_{110} - \gamma_{101} < 0$ , por exemplo). Ainda, o teste de hipóteses é feito a partir da distribuição conjunta de diversas destas restrições lineares. Desta forma, é possível que, apesar do coeficiente não ser estatisticamente significativo, a estatística gerada pelo teste de supermodularidade, ou submodularidade, seja.

A Tabela 4.10 apresenta o respectivo teste de Wald para restrições de desigualdade. É possível notar que há casos de substitutabilidade e complementaridade em algumas, mas não em todas, as barreiras analisadas para a probabilidade da firma inovar. Por exemplo, o teste não rejeita a hipótese da falta de fontes adequadas de financiamento e da falta de informações sobre tecnologia ou mercado serem substitutas entre si. Ainda, o teste não rejeita a hipótese da falta de informação sobre tecnologia ou mercados ser complementar a outras duas barreiras, sendo estas, falta de pessoal qualificado e dificuldade de cooperação com universidade e institutos de pesquisa. Cabe destacar que o teste também rejeita que certas barreiras sejam complementares entre si. São estas a falta de financiamento adequado, a falta de pessoal qualificado e dificuldades de cooperação com universidades e institutos de pesquisa.

**Tabela 4.8**

Teste de Wald para restrições de desigualdade (ao nível de significância a 10% o limite inferior é dado por 1,642 e o limite superior é dado por 7,094) – Barreiras à Inovação

Par de Obstáculos	Propensão à inovar						Intensidade da inovação					
	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Teste de Supermodularidade:												
	12,826	10,766	4,238	9,148	0,321	1,555	1,145	0,918	1,26	1,593	0,002	1,038
Teste de Submodularidade:												
	4,178	2,545	0,266	1,79	5,755	3,366	3,367	0,337	3,847	0,151	5,2	0,694

*Definição dos obstáculos:* 1 - Falta de fonte de financiamento adequada; 2 - Falta de pessoal qualificado; 3 - Dificuldade de cooperação com universidades ou institutos de pesquisa; 4 Falta de informação sobre tecnologia ou mercado.

Para barreiras que apresentam complementaridades entre si, são indicadas políticas substitutas, pois o efeito de reprimir uma delas acaba se propagando para as demais. Do mesmo modo, barreiras substitutas acarretam políticas complementares, pois a redução de uma barreira exacerba o efeito das demais. Os resultados encontrados apontam para políticas de incentivo a inovação intuitivas. Por exemplo, para aumentar a probabilidade de uma firma passar a inovar se faz necessário resolver conjuntamente os problemas de falta de fonte de financiamento e de falta de informação sobre tecnologia ou mercado, pois cada um deles inviabiliza a inovação mesmo quando o outro não está mais presente. De modo contrário, a políticas voltadas para a capacitação da mão de obra acabam resolvendo problemas de falta de informação sobre a tecnologia e mercado, e *vice-versa*, já que ambas estão voltadas a capacidades internas da firma. Desta forma, tais políticas poderiam ser consideradas substitutas entre si.

Essas mesmas relações acabam não se repetindo quando é analisado o efeito das barreiras sobre a intensidade da inovação. Neste caso encontrou-se que o teste não rejeita a hipótese de complementaridade entre todas as barreiras. Mais ainda, o teste não rejeita a hipótese de substitutabilidade entre três dos seis pares de barreiras. Este resultado aponta, na realidade, que

não foi possível rejeitar as restrições de desigualdade em ambos os casos e deve haver uma relação de igualdade nas restrições utilizadas, o que indica que não há interdependência entre as barreiras analisadas.

Ou seja, em geral, não ocorrem diferenças significativas na intensidade de inovação da firma ao se deparar com uma barreira conjunta ou separadamente da outra. Normativamente, isso implica que não ocorrem ganhos ou perdas extras devido à interação dos incentivos ao se aplicar pacotes de políticas voltados para aumentar a intensidade da firma.

Os resultados encontrados são distintos do que os apresentados anteriormente na literatura sobre o tema. Mohnen e Roller (2005) concluem que, para aumentar a probabilidade de inovação, as barreiras são, em sua maioria, substitutas entre si e, para aumentar a intensidade da inovação, as mesmas são complementares. Esta distinção entre as barreiras de acordo com a fase de inovação da empresa não foi encontrada de uma forma explícita no caso brasileiro. Contudo, no caso da propensão a inovar, rejeita-se a hipótese de complementaridade para a maioria das barreiras, o que não ocorre no caso da intensidade da inovação. Isto pode indicar que, realmente, possíveis pacotes de políticas tenderiam a ser mais importante para a firma passar a inovar do que aumentar a inovação da firma que já inova e, ainda, diferenças encontradas em relação ao caso europeu se dariam a diferenças estruturais.

## CONCLUSÃO

Políticas de incentivo a inovação tecnológica são consideradas uns dos principais instrumentos para aumentar a produtividade e garantir o crescimento econômico de um país. Tais políticas podem ser efetivadas tanto de uma forma direta, através de incentivos fiscais ou financiamentos, ou de uma forma indireta, reduzindo o risco econômico ou auxiliando o aumento de outras capacidades internas e externas da firma, como, por exemplo, fornecendo qualificação da mão de obra ou informações sobre tecnologias e mercados.

Neste sentido, uma questão normativa importante que pode ser colocada é até que ponto tais políticas podem ser inter-relacionadas, já que seu objeto, a inovação, é o resultado de diversos fatores interligados (instituições, leis, incentivos e costumes, por exemplo) (Dosi, 1998). O efeito sobre a inovação de políticas individuais pode ser distinto de uma combinação das mesmas, ou seja, duas políticas podem se reforçar ao serem utilizadas conjuntamente, sendo, portanto complementares entre si. Ainda, duas políticas podem focar os mesmos problemas, ocasionando que o efeito conjunto de ambas seja menor do que a soma dos efeitos quando observadas separadamente, ocorrendo uma substituição entre as mesmas. O conhecimento de tal interdependência é de suma importância para o desenho de novas políticas e avaliações de políticas existentes.

O estudo de complementaridade entre práticas organizacionais ainda não foi devidamente explorado para o caso brasileiro, apesar de sua relevância e das diversas fontes de dados disponíveis. Na literatura internacional o tema da complementaridade já foi mais bem explorado, tanto em relação a diversas práticas organizacionais, como das possíveis metodologias de estimação. Entre os principais estudos sobre o tema estão Milgrom e Roberts (1990, 1994, 1995), Arora e Gabardella (1990,1994), Holmstrom e Milgrom (1994), Brickley (1995), Ichniowski *et*

al. (1997), Cassiman e Veugelers (2002), Galia e Legros (2004), Mohnen e Roller (2005) e Miravete e Pernías (2006).

O principal problema encontrado por estes autores é identificar uma metodologia adequada para avaliar a existência de complementaridade entre as práticas organizacionais. Isso se deve, basicamente, pelo fato de não existir uma estrutura de preços (“*input prices*”) destas práticas de tal forma que o econometrista possa avaliar a escolha dos agentes. Desta forma, é necessário estimar diretamente o efeito de cada prática sobre o produto com a possibilidade dos custos e benefícios de empregar tais práticas variem entre firmas e, ainda, sejam não observáveis. A heterogeneidade não observada entre as firmas pode causar uma estimação que leve a conclusões de complementaridade entre as práticas quando a mesma não existe.

Athey e Stern (1998) avaliam melhor este problema, analisando as principais metodologias existentes para o estudo da complementaridade. Tais metodologias são conhecidas como método das correlações (“*correlation approach*”), método das variáveis excluídas (“*excluded restriction approach*”) e o método da função de produção. Basicamente, o problema da heterogeneidade permeia a análise da complementaridade, apesar de, mais recentemente, Miravete e Pernías (2006) proporem um avanço através de uma modelagem específica para estratégias de inovação e escala da firma.

Dentro desta perspectiva, esta dissertação buscou analisar a complementaridade entre políticas de inovação no Brasil a partir dos dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica de 2003 – PINTEC-2003. Cabe destacar que está opção se deu pelo fato dos resultados da pesquisa de 2005 terem sido lançados recentemente, o que impossibilitou o acesso aos microdados da mesma. A metodologia adotada foi a da função de produção, onde na realidade, estima-se uma função de inovação a partir de *dummies* que representam as interações entre as políticas de inovação. Objetivou-se realizar tanto uma análise direta, através dos incentivos utilizados pelas firmas

inovadoras, quanto indireta, através das barreiras à inovação percebidas por todas as firmas. Ainda, na análise indireta buscou-se avaliar os efeitos tanto sobre a intensidade de inovação da firma, quanto da propensão, ou probabilidade, da firma passar a inovar.

Na análise direta constatou-se que poucas firmas inovadoras utilizam diversos incentivos conjuntamente, o que impossibilita a análise de interdependência entre os mesmos. Ainda assim, uma breve análise com três incentivos foi feita, sendo estes os incentivos fiscais, financiamento a máquinas e equipamentos e financiamento para apoio com instituição de pesquisa. Notou-se indícios que o financiamento a máquinas e equipamentos e financiamentos a parcerias com institutos de pesquisa serem complementares. Porém, a falta de informações na base de dados não permite expandir tal análise.

Utilizando as barreiras percebidas no processo inovativo foi possível realizar uma melhor análise, já que a base inclui tanto as firmas que inovaram, quanto firmas que não inovaram. Neste sentido foi estimado um modelo Tobit Generalizado (*heckit*) para analisar os efeitos da interação das barreiras sobre a probabilidade de inovar e sobre a intensidade da inovação. As barreiras selecionadas para a análise foram: falta de fonte de financiamento adequada, falta de pessoal qualificado, escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições e falta de informação sobre mercado ou tecnologias.

Constatou-se que para a probabilidade da firma passar a inovar se aceita a hipótese de complementaridade e substitutabilidade para alguns, mas não todos, os pares de barreiras analisados. Por exemplo, foi encontrado um indício de complementaridade entre as barreiras relativas a falta de pessoal qualificado e falta de informação sobre mercados e tecnologias, o que faz sentido, já que ambas estão relacionadas com capacidades internas da firma. Já para a intensidade da inovação nas firmas, de uma forma geral, não foi encontrada uma interdependência entre as barreiras, o que implicaria a uma indiferença entre a aplicação de

políticas em conjunto ou individualmente. Este fato não vai de acordo com resultados já encontrados para complementaridade entre políticas de inovação para o caso Europeu (Mohnen e Roller, 2005), onde se observou, em geral, substitutabilidade entre as barreiras para a probabilidade da firma passar a inovar e complementaridade entre as mesmas para a intensidade de inovação.

Algumas ressalvas podem ser feitas em relação à metodologia e podem ser incorporadas em estudos posteriores sobre o tema. Primeiro, a questão da heterogeneidade não observada das firmas deve ser levada em consideração. Argumentou-se que a análise não pode ser diretamente invalidade, pois as regressões foram feitas a partir dos termos de interação das práticas, e não em relação às práticas em si. Desta forma, a heterogeneidade deveria afetar diretamente toda a estratégia da firma, e não somente a variável dicotômica da prática em questão. Contudo, mesmo assim a existência da heterogeneidade não observada pode ter levado a estimações não consistentes. Para avaliar este problema seria necessária uma base de dados mais completa, que possibilitasse verificar se os resultados encontrados permanecem inalterados, mesmo com a inclusão de novas variáveis exógenas. Desta forma, uma sugestão para trabalhos futuros seria replicar e expandir a análise feita nesta dissertação com a base de dados elaborada a partir de De Negri *et al.* (2005), que agrega dados de firmas oriundos de diversas pesquisas como, por exemplo, PINTEC, PIA, SISCOMEX e RAIS.

Segundo, seria necessário analisar de forma mais rigorosa a questão de inversão de causalidade nas barreiras a inovação. Pôde-se observar que as firmas que realizaram um maior esforço de inovação estão mais aptas a apontar quais foram as principais barreiras encontradas neste processo. Ainda, algumas firmas não apontam nenhuma barreira simplesmente por não se engajarem em nenhum processo inovativo. Esta inversão na causalidade pode viesar as

estimações e seria necessária a estimação de um modelo de regressão simultânea para avaliar a hipótese da intensidade da inovação determinar as barreiras percebidas, e não o contrário.

Como destacado anteriormente, o estudo de complementaridade entre as práticas foi pouco abordado na literatura brasileira. Desta forma, uma sugestão final para trabalhos futuro seria a replicação para o caso brasileiro dos diversos temas apresentados no decorrer da dissertação, utilizando a metodologia proposta, ou outras alternativas factíveis, de acordo com a disponibilidade de dados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRUNHOSA, A.; MARQUES A. “Do Modelo Linear de Inovação a Abordagem Sistêmica - Aspectos Teóricos e de Política Econômica”, **Documento de Trabalho 33**, Centro de Estudos da União Européia (CEUNEUEOP), 2005.

ALBUQUERQUE, E. M. “Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia” **Revista de Economia Política**, vol. 16, n.13, jul./set. 1996.

ARAÚJO, R. D. “Esforço inovador das firmas industriais brasileiras e efeitos transbordamentos” ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANPEC, 2004.

ARBIX, G., SALERNO, M. S., DE NEGRI, J. A. “Inovação, via internacionalização, faz bem para as exportações brasileiras” **Texto para Discussão IPEA**, n. 1023, Brasília: IPEA, jun. 2004.

ARORA, A. “Testing for Complementarities in Reduced-Form Regressions: A Note”, **Economics Letters**, vol. 50, no. 1, p. 51-55, 1996.

ARORA, A.; GAMBARDELLA, A. “Complementarity and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology” **Journal of Industrial Economics**, vol. 38, p. 361-379, 1990.

ARORA, A.; GAMBARDELLA A. “Evaluating technological information and utilizing it: Scientific knowledge, technological capability and external linkages in biotechnology” **Journal of Economic Behavior and Organisation**, p. 91-114, 1994

ARRUDA, M.; VERMULM, R.; HOLLANDA, S. **Como Alavancar a Inovação Tecnológica nas Empresas**, ANPEI, São Paulo, junho de 2004, mimeo.

ATHEY, S.; STERN S. “An Empirical Framework for Testing Theories About Complementarity in Organizational Design” NBER working paper no. 6600, 1998.

AVELAR, A. “Avaliação de Políticas Tecnológicas: Impacto de Políticas de Fomento à Inovação no Brasil”, 2007. 171 fl. Tese (doutorado em Economia da Industria e da Tecnologia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

BASTOS, V. B. “Incentivo à inovação: tendências internacionais e no Brasil”. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 21, p. 107-138, jun., 2004.

BRAGA, H. C.; WILLMORE, L. N. “As importações e o esforço tecnológico: uma análise de seus determinantes em empresas brasileiras” **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p.131-155, abr./jun. 1990.

CASSIMAN, B.; VEUGELERS, R. “Complementarity in the Innovation Strategy: Internal R & D, External Technology Acquisition, and Cooperation in R&D”, 2002. Disponível em: <http://webprofesores.iese.edu/bcassiman/Cassiman-Veugelers-Complementarity-MSfinal.pdf>.

CASSIMAN, B.; VEUGELERS, R. "R&D Cooperation Between Firms and Universities: Some Empirical Evidence from Belgian Manufacturing", **C.E.P.R. Discussion Papers**, CEPR Discussion Papers no. 3951, 2003.

CASSIOLATO, J. E.; BRITTO, J.; VARGAS, M. A. “Arranjos cooperativos e inovação na indústria brasileira”. In: NEGRI, J. A., SALERNO, M. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, pp. 571-576, 2005.

CEPAL. “Políticas para promover la innovación e el desarrollo tecnológico”, Capítulo 06. **Relatório Desarrollo Productivo en Economías Abiertas**. 2004.

COHEN, W.M.; KLEPPER, S. “The Anatomy of Industry R&D Intensity Distributions” **American Economic Review**, v. 82, p. 775-799, 1992.

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

DAVID, P.A., HALL, B.H., TOOLE, A.A. “Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A review of the econometric evidence”. **Research Policy**, no.29, pp.497-529, 2000.

DEBRESSON, C. **An Entrepreneur Cannot Innovate Alone; Networks of Entreprises Are Required. The meso systems foundation of innovation and of the dynamics of technological change**. Artigo apresentado à Conferência DRUID sobre sistemas de inovação, Aalborg, Dinamarca, junho de 1999.

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

DE NEGRI, J. A., SALERMO, M. S., CASTRO, A. B. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A., SALERMO, 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**, no. 36, p. 1126-71, 1988.

FAÇANHA, O.; REZENDE, M. “R&D Intensity in the Brazilian Industry: Some Distributional Regularities” **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, no. 2 Jul/Dez, 2004

GALIA, F.; LEGROS, D. “Complementarities between Obstacles to Innovation: Evidence from France” **Research Policy**, Vol. 33, no. 8, p. 1185-1199, 2004.

GOURIÉROUX, C.; HOLLY A.; MONFORT A. “Likelihood ratio test, Wald test, and Kuhn-Tucker test in linear models with inequality constraints on the regression parameters”, **Econometrica** vol. 50(1), p. 63-80, 1982.

GUIMARÃES, E. A. “Políticas de Inovação: Financiamento e Incentivos” **Texto para Discussão** IPEA, n. 1212, Brasília: IPEA, ago. 2006.

HOLMSTRÖM, B., MILGROM, P. “The firm as an incentive system” **American Economic Review** 84, p. 972–991, 1994.

IBGE, **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica 2003**. Rio de Janeiro, 148 p, 2005.

Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2003/pintec2003.pdf>>.

Acesso em: 25 jul.2008.

ICHNIOWSKI, C.; SHAW, K.; PRENNUSHI, G. “The Effects of Human Resource Management Practices on Productivity” **American Economic Review**, no. 87, p. 291–313, 1997.

JONES, C. I. **Introdução a Teoria do Crescimento Econômico**. Rio de Janeiro: Elsevier 2000.

- KANNEBLEY JR., S.; PORTO, G.S.; PAZELLO, E.T., “Characteristics of Brazilian innovative firms: An empirical analysis based on PINTEC – industrial research on technological innovation”, **Research Policy**, vol. 34 (6), p. 872-893, 2005.
- KODDE, D.A.; PALM, F.C.”Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions”, **Econometrica**, no. 54, p. 1243-1248, 1986.
- KUDÔ, A. “A multivariate analogue of the one-sided test”, **Biometrika**, vol. 50, p. 403-18, 1963.
- MEYER-STAMER, J. “New departures for technology policy in Brazil” **Science and Public Policy**, October, p. 295-304, 1995.
- LOKSHIN, B.; M. CARREE E R; BELDERBOS “Testing for complementarity and substitutability in case of multiple practices”, **Research Memoranda 002**, Maastricht : METEOR, Maastricht Research School of Economics of Technology and Organization, 2004. Disponível em: <<http://edocs.uu.unimaas.nl/loader/file.asp?id=857>>. Acesso em: 25 jul.2008.
- MILGROM, P.; ROBERTS, J. “The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization” **American Economic Review**, no. 80, p.. 511–528, 1990.
- MILGROM, P.; ROBERTS J. “Complementarities and Systems: Understanding Japanese Economic Organization” **Estudios Economicos**, vol. 9(1), 3-42, 1994.
- MILGROM, P.; ROBERTS, J. “Complementarities and Fit: Strategy, Structure and Organizational Change in Manufacturing” **Journal of Accounting and Economics**, no. 19, p. 179–208, 1995.
- MIRAVETE E. J.; PERNÍAS J. C. “Innovation Complementarity and Scale of Production” **The Journal of Industrial Economics**, vol. 54, no. 1, p. 1-29, March, 2006.
- MOHEN, P.; ROLLER L.H. “Complementarities in Innovation Policies” **European Economic Review**, Elsevier, vol. 49(6), p. 1431-1450, August, 2005.
- NELSON, R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

NORTH, D. **Structure and Change in Economic History**, New York: Norton, 1981.

OCDE. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3a. edição. Tradução: FINEP, Rio de Janeiro, 2005.

PEREIRA, N. M. “Fundos Setoriais: Avaliação das estratégias de implementação e gestão”. **Texto para Discussão IPEA**, n. 1136. Brasília, IPEA, 2005.

PROCHNIK, V.; ARAÚJO, R. D. “Uma análise do baixo grau de inovação na indústria brasileira a partir do estudo de firmas menos inovadoras”. In: DE NEGRI, J.; SALERNO, M. **Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras**. IPEA, 2005.

QUADROS, R. *et al.* “Technological innovation in Brazilian industry: an assessment based on the São Paulo Innovation Survey” **Technological Forecasting and Social Change**, v. 69, p. 203-219, 2001.

RESENDE, M., HASENCLEVER, L., “Intensidade em Pesquisa e Desenvolvimento e Tamanho da Firma: uma Análise Exploratória do Caso Brasileiro”, **Estudos Econômicos**, vol. 28, p. 601-618, 1998.

ROMER, P. “Endogenous Technological Change”. **Journal of Political Economy**, University of Chicago Press, vol. 98(5), p. 71-102, Oct., 1990.

SCHUMPETER, J.A. **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**, São Paulo: Editora Abril, 1982.

SHAPIRO, A. “Asymptotic distribution of test statistics in the analysis of moment structures under inequality constraints”, **Biometrika**, vol. 72(1), p. 133-44, 1985.

SHAPIRO, A. “A conjecture related to chi-bar-squared distributions”, **American Mathematical Monthly** vol. 94, p. 46-48, 1987.

SILVA, P.L.N., PESSOA, D.G.C.; LILA, M. F. “Análise estatística de dados da PNAD: incorporando a estrutura do plano amostral”, **Ciênc. saúde coletiva**, vol.7, no.4, p.659-670, 2002.

SOLOW, R. "A Contribution to the Theory of Economic Growth", **Quarterly Journal of Economics**, v. 70, p. 65-94, 1956.

TOPKIS, D.M. "Minimizing a submodular function on a lattice", **Operations Research**, vol. 26, p. 305–321, 1978.

TOPKIS, D. M. **Supermodularity and Complementarity**, Princeton: Princeton University Press, 1998.

WOLAK, F. "Testing inequality constraints in linear econometric models", **Journal of Econometrics**, vol. 41, p. 205-35, 1989.

WOLAK, F. "The local nature of hypothesis tests involving inequality constraints in nonlinear models", **Econometrica**, vol. 59, p. 981-95, 1991.

VIVES, X. **Oligopoly Pricing: Old Ideas and New Tools**, Cambridge: The MIT Press, 1999.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A - Sobre a implementação do teste de desigualdade de Wald

O teste de desigualdade de Wald foi implementado a partir do código elaborado por Mohen e Roller (2005), utilizando o programa estatístico Gauss 3.2. O procedimento realiza a otimização de uma função quadrática, a estatística do teste, atribuindo grandes penalidades para valores que não satisfazem as restrições impostas. Desta forma, a partir dos coeficientes estimados pelas regressões, considerados estimativas consistentes, encontra-se a estimativa que minimiza a função sujeita as restrições de desigualdade impostas e, portanto, a estatística do teste.

Abaixo segue, como exemplo, o procedimento para calcular a estatística do teste no caso das restrições 1 e 2:

```

/* Wald tests for inequality restrictions: Kodde and Palm test */

"SUPERMODULARITY Wald inequality tests on the probability to innovate";
"";

SMAT = smc12 ;

proc qfct(x) ;
  retp((SMAT*(gamma1-x))*(inv(SMAT*betacov1*(SMAT')))*(SMAT*(gamma1-x))
    +2000*(maxc((SMAT*x)|zeros(1,rows(SMAT)))'*maxc((SMAT*x)|zeros(1,rows(SMAT)))));
endp ;

SMAT = smc12 ;
x0 = zeros(rows(gamma1),1) ;
/*x0 = gamma1 ;*/
/*__output = 1 ;*/
/*_opgtol = 0.000001;*/
{ x,f,g,retcode } = optmum(&qfct,x0) ;

/*"gamma1~gamma1 constrained=";gamma1~x ;*/

wald12 = (smc12*(gamma1-x))*(inv(smc12*betacov1*(smc12')))*(smc12*(gamma1-x)) ;
"Wald statistic for wald12="; wald12 ;
penalty = 2000*(maxc((smc12*x)|zeros(1,rows(smc12))))'*maxc((smc12*x)|zeros(1,rows(smc12))) ;
"penalty=";penalty ;
constra1 = smc12*gamma1 ;
constra2 = smc12*x ;
"constraints from unconstrained and from constrained coefficients=";constra1~constra2 ;

```

## ANEXOS

## ANEXO A – Limites superiores e inferiores para o teste conjunto de restrições de igualdade e desigualdade (Kode e Palm,1986)

Tabela A.1

df	$\alpha$ .25	.10	.05	.025	.01	.005	.001
1	0.455	1.642	2.706	3.841	5.412	6.635	9.500
2	2.090	3.808	5.138	6.483	8.273	9.634	12.810
3	3.475	5.528	7.045	8.542	10.501	11.971	15.357
4	4.776	7.094	8.761	10.384	12.483	14.045	17.612
5	6.031	8.574	10.371	12.103	14.325	15.968	19.696
6	7.257	9.998	11.911	13.742	16.074	17.791	21.666
7	8.461	11.383	13.401	15.321	17.755	19.540	23.551
8	9.648	12.737	14.853	16.856	19.384	21.232	25.370
9	10.823	14.067	16.274	18.354	20.972	22.879	27.133
10	11.987	15.377	17.670	19.824	22.525	24.488	28.856
11	13.142	16.670	19.045	21.268	24.049	26.065	30.542
12	14.289	17.949	20.410	22.691	25.549	27.616	32.196
13	15.430	19.216	21.742	24.096	27.026	29.143	33.823
14	16.566	20.472	23.069	25.484	28.485	30.649	35.425
15	17.696	21.718	24.384	26.856	29.927	32.136	37.005
16	18.824	22.956	25.689	28.219	31.353	33.607	38.566
17	19.943	24.186	26.983	29.569	32.766	35.063	40.109
18	21.060	25.409	28.268	30.908	34.167	36.505	41.636
19	22.174	26.625	29.545	32.237	35.556	37.935	43.148
20	23.285	27.835	30.814	33.557	36.935	39.353	44.646
21	24.394	29.040	32.077	34.869	38.304	40.761	46.133
22	25.499	30.240	33.333	36.173	39.664	42.158	47.607
23	26.602	31.436	34.583	37.470	41.016	43.547	49.071
24	27.703	32.627	35.827	38.761	42.360	44.927	50.524
25	28.801	33.813	37.066	40.045	43.696	46.299	51.986
26	29.898	34.996	38.301	41.324	45.026	47.663	53.403
27	30.992	36.176	39.531	42.597	46.349	49.020	54.830
28	32.085	37.352	40.756	43.865	47.667	50.371	56.248
29	33.176	38.524	41.977	45.128	48.978	51.715	57.660
30	34.266	39.694	43.194	46.387	50.284	53.054	59.064
31	35.354	40.861	44.408	47.641	51.585	54.386	60.461
32	36.440	42.025	45.618	48.891	52.881	55.713	61.852
33	37.525	43.186	46.825	50.137	54.172	57.035	63.237
34	38.609	44.345	48.029	51.379	55.459	58.352	64.616
35	39.691	45.501	49.229	52.618	56.742	59.665	65.989
36	40.773	46.655	50.427	53.853	58.020	60.973	67.357
37	41.853	47.808	51.622	55.085	59.295	62.276	68.720
38	42.932	48.957	52.814	56.313	60.566	63.576	70.078
39	44.010	50.105	54.003	57.539	61.833	64.871	71.432
40	45.087	51.251	55.190	58.762	63.097	66.163	72.780

<sup>a</sup> The values in the table are obtained by solving the equation  $\alpha = \frac{1}{2} \Pr[\chi^2(df-1) \geq c] + \frac{1}{2} \Pr[\chi^2(df) \geq c]$  for  $c$ , given  $\alpha$  and  $df$ .

## Anexo B – Definições das variáveis e tabelas descritivas da base de dados

Tabela B.1 – Definição das variáveis

Variáveis Endógenas:	
<i>Inovou</i>	Dummy igual a 1 se firma inovou, em processo ou produto, para o mercado ou somente para a firma. 0 caso contrário.
<i>Intensidade</i>	Razão entre receita líquida de vendas de produtos inovadores e receita total, para firmas cujo principal mercado é o nacional, e razão entre exportações líquidas de produtos inovadores e exportações totais, para firmas cujo principal mercado é o estrangeiro.
Variáveis Exógenas:	
<i>Log(Pessoal Ocup.)</i>	Logaritmo do pessoal ocupado.
<i>Estrangeiro</i>	Dummy igual a 1 se firma possui maior capital estrangeiro. 0 caso contrário
<i>Grupo</i>	Dummy igual a 1 se firma faz parte de um grupo. 0 caso contrário.
<i>Organiz.</i>	Dummy igual a 1 se firma realizou mudança organizacional significativa. 0 caso contrário.
<i>Export.</i>	Dummy igual a 1 se firma é exportadora. 0 caso contrário.
<i>P&amp;D / Vendas</i>	Razão entre gastos totais em P&D e receita líquida de vendas.
<i>Contínuo</i>	Dummy igual a 1 se firma realiza P&D de forma contínua. 0 caso contrário.
<i>Cooperando</i>	Dummy igual a 1 se firma coopera com outras instituições. 0 caso contrário.
Incentivos à Inovação	
<i>I1</i>	Financiamento a máquinas e equipamentos
<i>I2</i>	Incentivos Fiscais
<i>I3</i>	Financiamento a Instituto de Pesquisa
Barreiras à Inovação	
<i>B1</i>	Falta de fonte de financiamento adequada
<i>B2</i>	Falta de pessoal qualificado
<i>B3</i>	Escassas oportunidades de cooperação com outras empresas/instituições.
<i>B4</i>	Falta de informação sobre tecnologia ou mercado

fonte: elaboração própria

Tabela B.2 - Definição dos setores

Setor	CNAE	N Firms	%
Extrativas	10, 11, 13, 14	1863	2,25%
Alimentos, bebidas e fumo	15 e 16	10400	12,56%
Têxtil	17	3089	3,73%
Vestuário	18	11592	14,00%
Couros	19	3792	4,58%
Produtos de madeira	20	5010	6,05%
elulose, papel e impressao	21 e 22	5274	6,37%
Coque, combustivel	23	166	0,20%
Químicos	24	3329	4,02%
Farmacêuticos	25	4968	6,00%
Minerais não met.	26	6632	8,01%
Metalurgica e Prod. De Metal	27 e 28	8727	10,54%
Maq e Eq.	29	5332	6,44%
Maq. e Eq. Elétrico Eletronicos	30, 31, 32, 33	3296	3,98%
Veiculos de transporte e outros	34 e 35	2360	2,85%
Outros	36 e 37	6972	8,42%
<b>Total</b>		<b>82.802</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaboração própria

Tabela B.3 – Estatísticas descritivas da amostra

Variável	Observações	Média	Desv. Pad.	Min.	Max.
<i>Inovou</i>	9846	0,4048	0,4909	0	1
<i>Intensidade</i>	9846	0,0747	0,2093	0	1
<i>Pessoal Ocup.</i>	9846	168,6779	322,6012	10	6707
<i>Log(Pessoal Ocup).</i>	9846	4,2706	1,2419	2	9
<i>Estrangeiro</i>	9846	0,0630	0,2429	0	1
<i>Grupo</i>	9846	0,0794	0,2704	0	1
<i>P&amp;D / Vendas</i>	9846	0,0037	0,0210	0	0,4741
<i>Contínuo</i>	9846	0,0855	0,2797	0	1
<i>Cooperando</i>	9846	0,0329	0,1784	0	1
<i>Organiz.</i>	9846	0,7480	0,4342	0	1
<i>Exportadora</i>	9846	0,3063	0,4610	0	1

Fonte: Pintec 2003

Tabela B.4 - Interação entre incentivos à inovação

Estado	00000	00001	00010	00100	00101	00110	01000	01011	01100	01101	10000	10001	10100	10101	10110	11000	11001	11100	11101	11110
%	94,29	0,09	0,08	4,51	0,03	0,06	0,35	0,01	0,14	0,01	0,34	0,01	0,04	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00

*Descrição dos Incentivos: 1 - Incentivos fiscais; 2 - Financiamento a parcerias com universidades e institutos de pesquisa; 3 - Financiamento para compra de máquinas e equipamentos; 4 - Aporte de capital de risco; 5 - Aporte oferecido por fundações de amparo a pesquisa*

Tabela B.5 - Interação entre incentivos e obstáculos à inovação

		OBSTÁCULOS																		
		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	1-(0000)	Total	1-(0000)/Total
INCENTIVOS	000	67,4	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3	0,1	0,1	9,9	2,6	1,5	1,2	3,2	3,2	1,2	2,8	27,0	94,5	28,63%
	001	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,6	0,3	0,0	0,1	0,2	0,5	0,1	0,4	2,3	4,6	50,30%
	010	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	72,15%
	100	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	44,27%
	011	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	41,34%
	101	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	82,58%
	110	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,70%
111	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,49%	
<b>Total</b>	70,1	0,4	0,1	0,1	0,4	0,4	0,1	0,1	10,7	3,0	1,5	1,3	3,4	3,8	1,3	3,4	29,9	100,0		

*Definição dos incentivos:* 1-Financiamento a máquinas e equipamentos; 2 - Incentivos Fiscais; 3 - Financiamento a Instituto de Pesquisa. *Definição dos obstáculos:* 1 - Falta de fonte de financiamento adequada; 2 - Falta de pessoal qualificado; 3 - Escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições; 4 - Falta de informação sobre tecnologia ou mercado.

**Anexo C – Regressões Completas**

Tabela C.1 – Regressão Probit e Tobit com barreiras à inovação

	Propensão a inovar				Intensidade inovação			
	Coef.	E.P.	T	P> t	Coef.	E.P.	t	P> t
<i>Log(Pessoal Ocup).</i>	0,0909	0,0211	4,3	0	-0,0336	0,0178	-1,88	0,059
<i>Estrangeiro</i>	0,0867	0,0892	0,97	0,332	0,0519	0,0598	0,87	0,386
<i>Grupo</i>	0,0973	0,0932	1,04	0,297	0,1477	0,0793	1,86	0,063
<i>Organiz.</i>	0,6486	0,0517	12,55	0	0,2302	0,0468	4,92	0
<i>Export.</i>	0,2047	0,0545	3,76	0	0,052	0,0465	1,12	0,264
<i>P&amp;D / Vendas</i>					3,1709	0,6516	4,87	0
<i>Contínuo</i>					0,4488	0,0522	8,6	0
<i>Cooperando</i>					0,3898	0,0812	4,8	0
<i>Estados:</i>								
0001	-0,7419	0,4439	-1,67	0,095	-0,9805	0,3777	-2,6	0,009
0010	-0,1503	0,6922	-0,22	0,828	0,0071	0,4455	0,02	0,987
0011	1,6498	0,7147	2,31	0,021	-0,2659	0,5115	-0,52	0,603
0100	-0,0211	0,4725	-0,04	0,964	-0,6364	0,3494	-1,82	0,069
0101	0,3177	0,4738	0,67	0,503	-0,4261	0,3431	-1,24	0,214
0110	-0,7586	0,7249	-1,05	0,295	-1,0685	0,4517	-2,37	0,018
0111	0,3421	0,6768	0,51	0,613	-0,329	0,4248	-0,77	0,439
1000	-0,8083	0,3411	-2,37	0,018	-0,6555	0,2976	-2,2	0,028
1001	-0,6989	0,3564	-1,96	0,05	-0,6153	0,3065	-2,01	0,045
1010	-0,7387	0,3804	-1,94	0,052	-0,4957	0,3227	-1,54	0,125
1011	-0,4877	0,3716	-1,31	0,189	-0,5797	0,3191	-1,82	0,069
1100	-0,916	0,353	-2,6	0,009	-0,7124	0,3088	-2,31	0,021
1101	-0,3228	0,3495	-0,92	0,356	-0,4809	0,3027	-1,59	0,112
1110	-0,4594	0,3836	-1,2	0,231	-0,4351	0,3247	-1,34	0,18
1111	-0,1983	0,3528	-0,56	0,574	-0,4833	0,3016	-1,6	0,109
0000	-1,0733	0,336	-3,19	0,001	-0,8009	0,2949	-2,72	0,007
SE	-0,4933	0,2945	-1,68	0,094	-0,4766	0,2282	-2,09	0,037
SU	-0,2962	0,2952	-1	0,316	-0,4121	0,2293	-1,8	0,072
CO	-0,388	0,3104	-1,25	0,211	-0,3246	0,2472	-1,31	0,189
NO	-0,2137	0,3152	-0,68	0,498	-0,2846	0,25	-1,14	0,255
NE	-0,391	0,3006	-1,3	0,193	-0,4257	0,2336	-1,82	0,068
cnae2_2	0,1502	0,1603	0,94	0,349	0,3259	0,1824	1,79	0,074
cnae2_3	0,1307	0,184	0,71	0,478	0,6268	0,201	3,12	0,002
cnae2_4	0,0422	0,1622	0,26	0,795	0,3515	0,1853	1,9	0,058
cnae2_5	-0,0586	0,179	-0,33	0,743	0,4691	0,1963	2,39	0,017
cnae2_6	0,0351	0,1756	0,2	0,842	0,4634	0,1962	2,36	0,018
cnae2_7	0,0174	0,173	0,1	0,92	0,2552	0,1936	1,32	0,187
cnae2_8	-0,1144	0,2639	-0,43	0,665	0,1599	0,2184	0,73	0,464
cnae2_9	0,3214	0,1707	1,88	0,06	0,4537	0,186	2,44	0,015
cnae2_10	0,1523	0,17	0,9	0,371	0,4128	0,1889	2,19	0,029
cnae2_11	-0,1706	0,1728	-0,99	0,323	0,2204	0,1968	1,12	0,263
cnae2_12	0,1693	0,1627	1,04	0,298	0,2245	0,1851	1,21	0,225
cnae2_13	0,3201	0,1686	1,9	0,058	0,4917	0,1869	2,63	0,009
cnae2_14	0,3889	0,1722	2,26	0,024	0,5506	0,1868	2,95	0,003
cnae2_15	0,1221	0,1888	0,65	0,518	0,3293	0,2005	1,64	0,1
cnae2_16	0,0073	0,1676	0,04	0,965	0,4653	0,187	2,49	0,013
<b>Sigma</b>					0,7861	0,020212	38,89	0

Tabela C.2 – Regressão Probit e Tobit com barreiras à inovação sem pesos amostrais

	Propensão a inovar				Intensidade de inovação			
	Coef.	E.P.	t	P> t	Coef.	E.P.	t	P> t
<i>Log(Pessoal Ocup).</i>	0,1379	0,0132	10,4300	0,0000	0,0070	0,0154	0,4500	0,6500
<i>Estrangeiro</i>	0,1224	0,0589	2,0800	0,0370	0,0849	0,0291	2,9200	0,0030
<i>Grupo</i>	-0,0097	0,0513	-0,1900	0,8510	0,0357	0,0247	1,4500	0,1480
<i>Organiz.</i>	0,6793	0,0348	19,5300	0,0000	0,1765	0,0798	2,2100	0,0270
<i>Export.</i>	0,2468	0,0351	7,0400	0,0000	0,0514	0,0301	1,7100	0,0880
<i>P&amp;D / Vendas</i>					0,3859	0,2017	1,9100	0,0560
<i>Contínuo</i>					0,0467	0,0168	2,7900	0,0050
<i>Cooperando</i>					0,0425	0,0235	1,8100	0,0700
<i>Estados:</i>								
<i>0001</i>	-1,6001	0,2903	-5,5100	0,0000	-0,6795	0,3354	-2,0300	0,0430
<i>0010</i>	-1,1556	0,4810	-2,4000	0,0160	-0,2256	0,3409	-0,6600	0,5080
<i>0011</i>	-0,4807	0,5851	-0,8200	0,4110	-0,3415	0,3069	-1,1100	0,2660
<i>0100</i>	-0,6320	0,3055	-2,0700	0,0390	-0,3719	0,2642	-1,4100	0,1590
<i>0101</i>	-0,6213	0,3263	-1,9000	0,0570	-0,4710	0,2654	-1,7800	0,0760
<i>0110</i>	-1,3488	0,4983	-2,7100	0,0070	-0,2308	0,3704	-0,6200	0,5330
<i>0111</i>	-0,8101	0,4374	-1,8500	0,0640	-0,2694	0,3008	-0,9000	0,3710
<i>1000</i>	-1,5029	0,2178	-6,9000	0,0000	-0,6258	0,3145	-1,9900	0,0470
<i>1001</i>	-1,3645	0,2288	-5,9600	0,0000	-0,5635	0,3045	-1,8500	0,0640
<i>1010</i>	-1,4183	0,2412	-5,8800	0,0000	-0,5319	0,3115	-1,7100	0,0880
<i>1011</i>	-1,2316	0,2452	-5,0200	0,0000	-0,5268	0,2974	-1,7700	0,0770
<i>1100</i>	-1,4351	0,2277	-6,3000	0,0000	-0,5423	0,3100	-1,7500	0,0800
<i>1101</i>	-1,0859	0,2248	-4,8300	0,0000	-0,4721	0,2800	-1,6900	0,0920
<i>1110</i>	-1,2393	0,2520	-4,9200	0,0000	-0,5296	0,2986	-1,7700	0,0760
<i>1111</i>	-0,9638	0,2281	-4,2300	0,0000	-0,4524	0,2725	-1,6600	0,0970
<i>0000</i>	-1,8682	0,2149	-8,6900	0,0000	-0,7221	0,3486	-2,0700	0,0380
<i>SE</i>	-0,0957	0,1896	-0,5000	0,6140	-0,1085	0,1008	-1,0800	0,2820
<i>SU</i>	0,0571	0,1903	0,3000	0,7640	-0,0613	0,1010	-0,6100	0,5440
<i>CO</i>	0,0088	0,2018	0,0400	0,9650	-0,0171	0,1067	-0,1600	0,8730
<i>NO</i>	0,1043	0,2025	0,5200	0,6060	-0,0143	0,1071	-0,1300	0,8940
<i>NE</i>	-0,0642	0,1937	-0,3300	0,7410	-0,0796	0,1027	-0,7800	0,4380
<i>cnae2_2</i>	0,3384	0,1019	3,3200	0,0010	0,2144	0,0680	3,1500	0,0020
<i>cnae2_3</i>	0,2268	0,1137	1,9900	0,0460	0,2739	0,0674	4,0600	0,0000
<i>cnae2_4</i>	0,1290	0,1054	1,2200	0,2210	0,1906	0,0602	3,1700	0,0020
<i>cnae2_5</i>	0,0179	0,1120	0,1600	0,8730	0,2642	0,0615	4,3000	0,0000
<i>cnae2_6</i>	0,1517	0,1154	1,3100	0,1890	0,2840	0,0657	4,3200	0,0000
<i>cnae2_7</i>	0,2441	0,1098	2,2200	0,0260	0,1975	0,0662	2,9800	0,0030
<i>cnae2_8</i>	0,3883	0,1641	2,3700	0,0180	0,1899	0,0961	1,9800	0,0480
<i>cnae2_9</i>	0,5614	0,1114	5,0400	0,0000	0,2642	0,0853	3,1000	0,0020
<i>cnae2_10</i>	0,2869	0,1090	2,6300	0,0090	0,2039	0,0681	2,9900	0,0030
<i>cnae2_11</i>	0,0770	0,1116	0,6900	0,4900	0,1371	0,0625	2,1900	0,0280
<i>cnae2_12</i>	0,3366	0,1047	3,2200	0,0010	0,1970	0,0687	2,8700	0,0040
<i>cnae2_13</i>	0,5174	0,1081	4,7900	0,0000	0,2980	0,0806	3,7000	0,0000
<i>cnae2_14</i>	0,6860	0,1094	6,2700	0,0000	0,3856	0,0913	4,2200	0,0000
<i>cnae2_15</i>	0,3318	0,1170	2,8400	0,0050	0,2332	0,0734	3,1800	0,0010
<i>cnae2_16</i>	0,2686	0,1085	2,4800	0,0130	0,2802	0,0669	4,1900	0,0000
<i>Sigma</i>	0,5307521							