

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

**DIANA MARCELA ROA RUBIANO**

**RISCO, INCERTEZA E AVERSÃO À INOVAÇÃO:  
O Setor de Automação Industrial e a Demanda Tecnológica da Indústria de  
Petróleo e Gás Natural no Brasil**

**RIO DE JANEIRO  
2011**

**DIANA MARCELA ROA RUBIANO**

**RISCO, INCERTEZA E AVERSÃO À INOVAÇÃO:  
O Setor de Automação Industrial e a Demanda Tecnológica da Indústria de  
Petróleo e Gás Natural no Brasil**

Tese 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

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Economia da Indústria e da Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Adilson De Oliveira

**RIO DE JANEIRO**

**2011**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

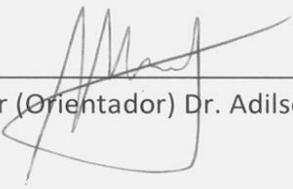
DIANA MARCELA ROA RUBIANO

**RISCO, INCERTEZA E AVERSÃO À INOVAÇÃO:**

**O Setor de Automação Industrial e a Demanda Tecnológica da Indústria de Petróleo e Gás Natural no Brasil**

Tese 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

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Professor (Orientador) Dr. Adilson De Oliveira (IE-UFRJ)



---

Professor Dr. André Tosi Furtado (UNICAMP)



---

Professora Dra. Lia Hasenclever (IE-UFRJ)

**RIO DE JANEIRO**

**9 de novembro de 2011**

## **DEDICATÓRIA**

Ao amor compassivo que apontou com o seu dedo para que eu viesse ao Brasil Brasileiro e aproveitasse uma instrução menos ortodoxa e uma cultura fascinante.

## **Agradecimentos**

Um conjunto de pessoas contribuiu de maneira relevante para a elaboração desta dissertação. Meus sinceros agradecimentos:

Ao Professor Adilson de Oliveira pelo apoio, orientação, críticas e tempo, inclusive aquele necessário para ler e sugerir mudanças nas versões em espanhol e “portunhol” deste trabalho.

Ao Professor Victor Prochnik pela sua atenção e apoio durante o processo de definição deste estudo.

Ao Professor Eduardo Pontual e a Wilson Calmon pela sua disposição na discussão dos resultados e formulações estatísticas deste trabalho.

A Vanessa Santilli, do Grupo NEI, pela confiança e atenção no processo de levantamento dos dados relevantes neste estudo.

A Deborah Trigueiro Wanderley pela revisão e correção ortográfica do texto.

A Marcelo Soares Loutfi pela compreensão, paciência e carinho incondicional que me permitiram contornar vários obstáculos durante a realização de meus estudos no Brasil.

A Angela Cristina Vargas Calle por me induzir nas atividades lúdicas, e consigo, me ajudar a afiançar a minha concentração e criatividade.

A meus pais Ana Isabel Rubiano e Luis Alfonso Roa e meus irmãos Camilo e Milena. Eles permitiram que minha ambição fosse levada adiante, apesar da saudade causada pelo distanciamento.

Ao Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Meus agradecimentos finais ao CNPQ pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

*“Você escolhe a realidade de acordo com o modo como a encara”  
(Amit Goswami, A Janela Visionária)*

*“Os homens fazem a sua própria história, mas não fazem arbitrariamente, em circunstâncias  
escolhidas por eles mesmos, e sim em circunstâncias diretamente dadas e herdadas do  
passado”  
(Karl, Marx, O 18 brumário de Luiz Bonaparte)*

## Resumo

O novo ciclo de investimentos da economia brasileira, aliado ao crescimento na escala produtiva da Indústria de Petróleo e Gás Natural (IBPG), abre uma janela de oportunidades para o desenvolvimento da indústria local de automação industrial. Porém, os riscos econômicos e as incertezas tecnológicas são fatores que podem limitar a disposição dessas empresas para inovar. Esta dissertação analisa as implicações dos riscos econômicos e a importância da incerteza tecnológica a partir de dados de 79 empresas que operam no segmento de automação industrial. A metodologia *probit* é utilizada para avaliar a probabilidade de uma empresa promover atividades de P&D dada a sua percepção sobre a velocidade de criação, difusão e adoção de inovações tecnológicas. As estimativas revelaram que o ritmo de avanços tecnológicos feito por outros agentes no exterior influencia de forma negativa o interesse de realizar atividades domésticas de P&D. Este trabalho conclui que dominar bases de conhecimento científico permite reduzir a incerteza tecnológica. Contudo, o fato de reduzir a incerteza não garante que as firmas sejam menos avessas ao risco das inovações. Logo, reduzir a incerteza tecnológica é uma condição necessária, mas não suficiente para promover capacidade prospectiva de inovar dos empresários.

PALAVRAS CHAVE: Inovação, riscos, incerteza tecnológica, indústria de petróleo, automação industrial.

## **Abstract**

A new investment cycle in the Brazilian economy combined with large-scale growth in the Brazilian Industry of Oil & Natural Gas (BIOG) opens a window of opportunities for technological development of local industry. However, economic risks and technological uncertainties are factors that would limit the willingness to innovate. This research examines the implications of economics risks and the importance of technological uncertainty from 79 companies' data operating in the automation industry. The probit approach is used to assess likelihood of a company's investment in R&D given its perception of the speed of creation, diffusion and adoption of technological innovations. The results revealed that the pace of technological advances made by others agents abroad influences negatively the interest of investment in R&D. This study concludes that dominating knowledge bases can reduce the technological uncertainty. However, reducing the uncertainty does not guarantee that firms will be less risk-averse to innovate. Thus, reducing the technological uncertainty is a necessary but not a sufficient condition to promote prospective capacity of entrepreneurs to innovate.

**KEY WORDS:** Innovation, risks, technological uncertainty, oil industry, automation

## Sumário

Lista de Figuras e tabelas .....	10
1. Introdução .....	11
2. Oportunidades e Limitações da Indústria Brasileira .....	13
2.1. Perfil e Taxas de Crescimento das Empresas .....	17
2.2. Condições de Mercado e Obstáculos à Inovação.....	21
2.3. Especialização em Petróleo e Gás e Desafios Tecnológicos.....	24
3. Marco Analítico .....	28
3.1. Risco e Incerteza.....	28
3.2. Aversão ao Risco .....	30
3.3. Capacidade Prospectiva .....	33
3.4. Propensão a inovar.....	35
4. Metodologia e resultados .....	39
4.1. Base de dados .....	39
4.2. Resultados e análises .....	41
5. Discussão .....	45
5.1. Diversificação na gestão dos riscos da inovação.....	45
5.2. A relação usuário-fornecedor entre a IBPG e o segmento de automação .....	52
5.3. Implicações do risco e da incerteza na busca de eficiência e eficácia das inovações tecnológicas .....	54
6. Conclusões.....	57
Referências.....	60
Anexo 1 - Certificações e Normas Internacionais na área de automação e instrumentação .....	64
Anexo 2 - Questionário .....	66
Anexo 3 – Resumo das respostas dos questionários .....	73
Anexo 4 - Formulação e testes do modelo Probit.....	76
Anexo 5 - Empresas que responderam o questionário online .....	79

## Lista de Figuras

Figura 1 Preços Internacionais do Petróleo e Investimentos da Petrobras em E&P (1954-2011) constantes 2009 .....	13
Figura 2 Firmas Fabricantes de Equipamentos e Material Eletrônico e Automação Industrial.....	18
Figura 3 Saldo comercial do segmento de automação industrial .....	19
Figura 4 Coeficiente de Penetração das Importações e Exportações de Equipamentos Eletrônicos....	21
Figura 5 Oferta de automação especializada em <i>subsea</i> .....	27
Figura 6 Demanda de automação especializada em <i>subsea</i> .....	27
Figura 7 Função valor (curva <i>s</i> ) da teoria prospectiva .....	32
Figura 8 Correlações hipotéticas entre aversão ao risco e à incerteza e propensão à inovação .....	38
Figura 9 Gráfico <i>Biplot</i> sobre correlação e covariância.....	43
Figura 10 Possibilidades de expansão e diversificação das firmas.....	46
Figura 11 Fronteira tecnológica e oportunidades do Pré-sal.....	47
Figura 12 Integração vertical e crescimento das firmas de automação .....	48
Figura 13 Oportunidades e riscos da inovação tecnológica.....	49
Figura 14 Eficiência e Eficácia das inovações tecnológicas .....	55

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Inovações de Produto e de Processos das empresas por atividades industriais .....	15
Tabela 2 Empresas, total e as que não realizaram inovações com indicação das razões porque não desenvolveram nem realizaram inovações, segundo as atividades selecionadas da indústria Brasil - período 2006-2008.....	22
Tabela 3 Empresas, total e as que não realizaram inovações devido a outros fatores, por grau de importância dos problemas e obstáculos apontados, segundo as atividades selecionadas da indústria - Brasil - período 2006-2008.....	23
Tabela 4 Inovação e fontes de conhecimento da rede de fornecedores da IBPG .....	24
Tabela 5 Conjuntiva entre incerteza e aversão à incerteza .....	33
Tabela 6 Implicação entre incerteza e aversão à incerteza .....	34
Tabela 7 Equivalência entre incerteza e aversão à incerteza .....	34
Tabela 8 Perfil da amostra de firmas .....	40
Tabela 9 Estimáveis modelo <i>Probit</i> .....	42

## 1. Introdução

O novo ciclo de investimentos no Brasil que se iniciou na recente década, combinado com as descobertas de enormes reservas de petróleo e gás no Pré-sal cria novas oportunidades para o desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira. Porém, da mesma forma que surgem incentivos à mudança tecnológica, aparecem fatores de risco potencializados pela instabilidade econômica mundial e maior incerteza tecnológica na produção em águas cada vez mais profundas.

Este trabalho tem por objetivo avaliar como as perspectivas de mudança tecnológica na Indústria Brasileira de Petróleo e Gás –IBPG- podem influenciar o comportamento inovador dos seus fornecedores. A IBPG pode impulsionar a produção em escala eficiente e ao mesmo tempo puxar o nível de competitividade e sofisticação tecnológica dos meios de produção local a novos patamares. O dilema que o Brasil enfrenta consiste em saber como aproveitar a chance de modernizar o seu parque industrial a partir da exploração e produção de petróleo e gás natural.

A IBPG depende das inovações no segmento de automação industrial para o aumento da sua produtividade e controle de processos.<sup>1</sup> Além disso, as empresas que atuam no segmento de automação industrial dependem de empresas usuárias na fronteira tecnológica que formulem desafios técnicos cuja solução seja generalizável a um conjunto maior de problemas e de empresas. A relação usuário-fornecedor é estratégica, pois oferece a vantagem de desenvolver tecnologias que podem acelerar a modernização de outros segmentos produtivos pelo efeito *spillover* (transbordamento) tecnológico.

A análise tradicional sobre a capacidade inovadora das empresas busca compreender as fontes e incentivos que conduzem à inovação. Costuma-se avaliar a capacidade de inovar das empresas a partir de produtos e processos resultantes de esforços ou atividades técnicas bem sucedidas. O foco deste estudo é de tipo prospectivo e sugere avaliar a capacidade ex-

---

<sup>1</sup> Adiante, automação industrial refere-se a tecnologias baseadas em engenharia mecatrônica, robótica, eletrônica que ministram instrumentos e sistemas de supervisão, monitoramento, automatização e controle de processos produtivos. Isso inclui também redes de comunicação e ferramentas (software) de modelagem.

*ante* das firmas para inovação. Esta visão sugere que a natureza e as fontes de inovação estão baseadas na capacidade prospectiva das empresas para discernir sobre a incerteza e os riscos de inovar e aproveitar as janelas de oportunidades frente à dinâmica da indústria.

A capacidade de as empresas controlarem os riscos econômicos e as incertezas tecnológicas tem papel determinante no escopo dos investimentos em projetos tecnológicos. Este trabalho explora as distintas conotações sobre risco e incerteza e analisa seus efeitos sobre a propensão a inovar das empresas. Nem todas as empresas têm a mesma capacidade de mitigação dos riscos econômicos, e tampouco conhecimento científico suficiente para enfrentar a incerteza tecnológica.

Resta saber quais estímulos são relevantes para que as empresas brasileiras fortaleçam sua capacidade prospectiva e quais instrumentos de política industrial, comercial, científica e tecnológica devem ser utilizados para apoiar o setor empresarial do setor de automação industrial no aproveitamento de oportunidades de negócio na IBPG. O tempo necessário para desenvolver capacidades de controle de riscos e disseminar o conhecimento tecnológico nas empresas fornecedoras pode influenciar as escolhas tecnológicas da IBPG.

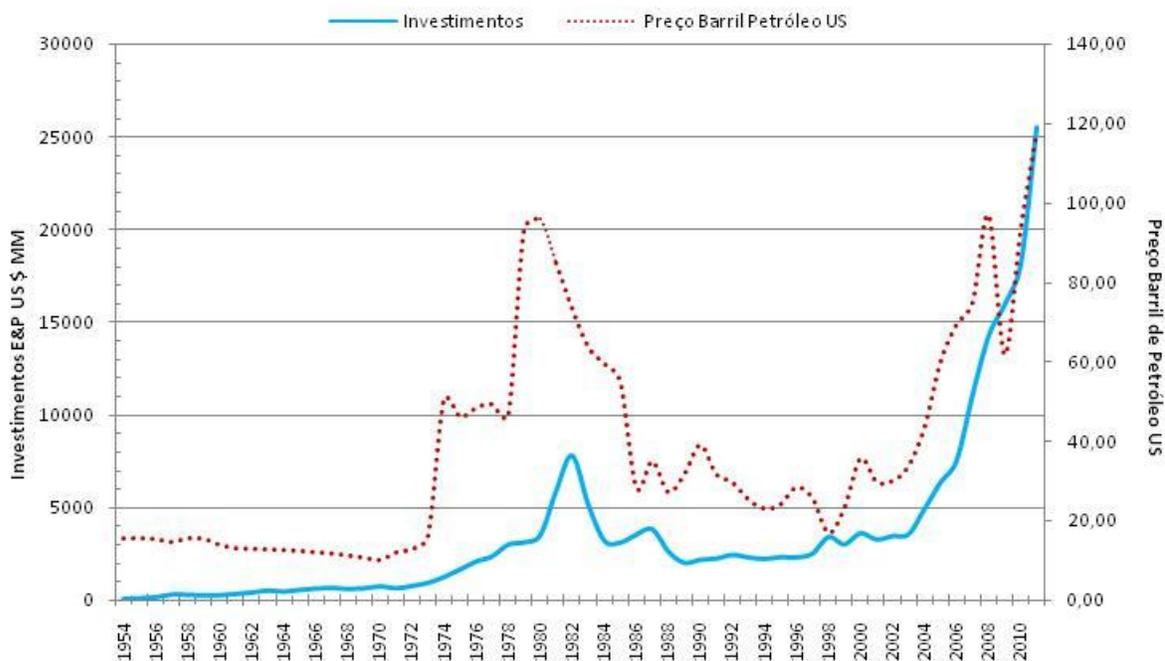
A presente dissertação está organizada em seis capítulos. No capítulo 2 são analisados os limites da indústria brasileira fornecedora atual e potencial da IBPG para o aproveitamento de oportunidades produtivas e de sofisticação tecnológica. No capítulo 3 é apresentado o marco teórico e são formuladas as hipóteses sobre a relação entre risco e incerteza e seus efeitos na propensão a inovar das empresas. No capítulo 4, são testadas as hipóteses e analisados os resultados dos questionários aplicados em uma amostra de 79 empresas do segmento de automação industrial. Para testar as hipóteses foi utilizado um modelo de estimação de resposta binária tipo *probit*. O capítulo 5 apresenta as estratégias de gestão de riscos que leva uma empresa da percepção de oportunidades tecnológicas a esforços inovadores concretos. No capítulo 6 são apresentadas as conclusões desta dissertação, analisando as contribuições do trabalho apresentado.

## 2. Oportunidades e Limitações da Indústria Brasileira

Este capítulo diagnostica os limites da indústria brasileira para o aproveitamento de oportunidades produtivas e de sofisticação tecnológica. Esta análise considera a estrutura das empresas, sua relação com o ambiente externo e o crescimento na escala produtiva da IBPG. Será analisado por quê uma onda de investimentos nem sempre traz consigo uma onda de mudança tecnológica, e quais são os fatores impeditivos da inovação.

O vigor dos preços internacionais do barril estimula os investimentos nacionais em exploração e produção (E&P) de petróleo (Figura 1). Nesse cenário, a Companhia de Petróleo Brasileiro –Petrobras- principal operadora no Brasil logra intensificar suas operações de E&P em águas cada vez mais profundas. Nos próximos anos a Petrobras espera duplicar as suas reservas provadas e, com o desenvolvimento do Pré-sal, pretende multiplicar a produção de hidrocarbonetos.<sup>2</sup>

Figura 1 Preços Internacionais do Petróleo e Investimentos da Petrobras em E&P (1954-2011) constantes 2009



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Petrobras (Destques operacionais-Investimentos) e de Statistic Review of World Energy

<sup>2</sup> O Plano de negócios para 2011-2015 chega a US\$224,7 Bilhões e pretende aumentar a produção de hoje de 2MM barris de petróleo por dia (bpd) para 4,9 MM bpd em 2020. <http://www.petrobras.com.br/>

Diante de maiores desafios tecnológicos e expansão na produção, a Petrobras confronta-se com um fornecimento de insumos e meios de produção local de baixa competitividade. A indústria local de bens de capital fornecedora da IBPG concentra-se na produção de bens de menor conteúdo tecnológico (De Oliveira, 2008).

A questão que a IBPG enfrenta é saber como acelerar a sua escala de produção dado o nível de competitividade e de avanço tecnológico dos fornecedores locais. A questão que o setor de automação industrial enfrenta é saber como elevar a sua competitividade e gerar os meios para aproveitar a oportunidade que se apresenta. A questão central consiste em saber se é possível modernizar a indústria brasileira de bens de capital a partir da exploração e produção de petróleo e gás natural.

A onda de crescimento que pode ser transmitida de um segmento industrial a outro sugere uma nova organização industrial. Dependendo da capacidade inovadora e difusão tecnológica entre ramos industriais, é possível gerar uma relação estável de longo prazo. Esse argumento é baseado na interpretação de Schumpeter sobre a teoria de “ondas longas” de crescimento e os *business cycles*<sup>3</sup>.

A visão schumpeteriana da inovação está vinculada ao ciclo de investimentos, visto que a mudança técnica não ocorre em um ritmo qualquer, e que a aplicação de capital em meios de produção (investimentos) não é um processo aleatório (Schumpeter, 1939). O aspecto chave da onda longa de Schumpeter reside no escopo do investimento em inovações tecnologicamente convergentes (por exemplo, na produção de bens de capital eletrônicos e sua influência sobre outros setores via automação) (Delbeke, 1981). Na literatura, tem sido demonstrado que as inovações de bens de capital que incorporam automação são importante mecanismo de propagação de ondas longas de crescimento econômico e desenvolvimento tecnológico (Atkinson, 2004; Coombs, 1984).

---

<sup>3</sup>A tese de Schumpeter está baseada na ideia de Kondratieff, que supõe que as fases de ciclo econômico podem estar ligadas a causas econômicas e sociais diferentes, mas com um processo de desenvolvimento tecnológico comum. (Schumpeter, 1939)

A propagação de novas tecnologias dentro e entre ramos industriais reflete-se no “agrupamento” das inovações e na sua difusão como uma espécie de “moda” em diferentes indústrias. Existe evidência que, durante certos períodos, inovações de processo tendem a superar as inovações de produto na maioria das indústrias.<sup>4</sup> Isto sugere que as inovações em bens de capitais e intermediários podem ocorrer em clusters (Perez, 1985). Ou seja, uma onda de mudança tecnológica pode vir da busca por melhorar os processos produtivos (por exemplo, via aquisição de equipamentos) entre uma aglomeração de empresas com proximidade geográfica.

Esse fenômeno de “agrupamento” de inovações em processos produtivos pode ser observado no Brasil (Tabela 1). Do total de empresas brasileiras que realizaram inovações entre os anos 2001-2008, em média 43% foram inovações de produto e 57% inovações de processo.<sup>5</sup> Na indústria extrativa acontece algo similar, porém com maior concentração em inovação de processos.

**Tabela 1 Inovações de Produto e de Processos das empresas por atividades industriais**

Total Inovação		1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008
Processos novos	Transformação	53%	57%	58%	58%
	Extrativa	76%	76%	78%	69%
Produtos novos	Transformação	41%	43%	42%	42%
	Extrativa	24%	24%	22%	31%

FONTE: Elaboração Própria a partir da Pesquisa de Inovação Tecnológica PINTEC 2000, 2003, 2005 e 2008.

A automação industrial é um canal para uma rápida difusão de novas tecnologias no setor de engenharia e, por consequência, de uma melhora na competitividade da indústria em geral (Carlsson & Jacobsson, 1995). Além de promover uma onda de sofisticação tecnológica, o setor de automação industrial é um setor estratégico no processo de transição de uma

<sup>4</sup>J. J. Van Duijn (1981; 1983 apud Perez, 1985).

<sup>5</sup>Um processo novo ou substancialmente aprimorado envolve a introdução de tecnologia de produção, de métodos para oferta de serviços ou para manuseio e entrega de produtos, como também de equipamentos e *softwares* em atividades de suporte à produção. Não são incluídas mudanças pequenas ou rotineiras nos processos produtivos existentes e puramente ou organizacionais [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

sociedade.<sup>6</sup> Ele acelera a modernização dos demais segmentos produtivos com um efeito *spillover* (transbordamento) de maior competitividade tecnológica. Dessa forma, a automação tem um papel estratégico em diversos ramos industriais cujos processos produtivos são contínuos. A importância do desenvolvimento doméstico de automação industrial reside no efeito multiplicador que ele pode transmitir a outros segmentos industriais (Alem e Pessoa, 2005).

A indústria de petróleo depende em alto grau das inovações de processo para o aumento da sua produtividade. Essas inovações são impulsionadas, em parte, pelos aprimoramentos na automação e controle de processos (Carlsson, *et al.*, 1995). A expansão em investimentos da IBPG pode ter efeito multiplicador para outros segmentos industriais se for possível explorar os meios de produção de automação industrial no Brasil. No entanto, o segmento de automação industrial representa uma fração muito pequena do valor agregado da indústria.<sup>78</sup>

O desenvolvimento tecnológico baseado em inovações com escopo industrial amplo é importante, assim como também é fundamental a percepção de oportunidades de inovação *antes* e durante uma onda de expansão econômica. As expectativas e propensão a inovar no setor de bens de capital, antes da ascensão de uma onda longa de crescimento, é o que acrescenta valor ao trabalho de pesquisa, desenho e desenvolvimento científico e da engenharia (Coombs R. W., 1981).

---

<sup>6</sup>Centrando-se na época do pós-guerra, a automação da indústria metalúrgica virou o coração da economia industrial moderna norte-americana (Noble, 1986). A automação industrial, mais do que meramente um avanço tecnológico é um processo social que reflete a transição da nossa sociedade. Noble (1986) demonstra como o projeto de engenharia pode ser influenciado por considerações políticas, econômicas e sociológicas, e como a implantação de equipamentos deve estar envolvida com preocupações gerenciais. Enquanto nos EUA a tecnologia foi muitas vezes estimulada e moldada pela indústria militar, na Noruega foi estimulada pelo setor acadêmico.

<sup>7</sup>Os segmentos de fabricação de máquinas e aparelhos dedicados à automação e instrumentação industrial representam 0,1% do valor agregado da indústria de transformação brasileira e 2,4% do valor agregado das indústrias de tecnologias da informação e comunicação, produtos de informática, comunicações, materiais eletrônicos básicos e instrumentação (Prochnik, 2011).

<sup>8</sup> No Brasil o desenvolvimento do setor de automação industrial floresce à sombra do desenvolvimento da indústria de bens de capital (Nassif, 2000).

## 2.1. Perfil e Taxas de Crescimento das Empresas

Os riscos da inovação estão associados às oscilações cíclicas da economia, mas principalmente à propensão do esforço inovador seja bem sucedido comercial e tecnologicamente. Em termos sistêmicos, o principal risco da inovação é que uma severa redução nas atividades produtivas durante uma onda de recessão ou queda no ciclo econômico elimine o retorno dos investimentos realizados. O posicionamento relativo de pequenas e grandes empresas é um dos mais importantes efeitos das flutuações cíclicas das atividades produtivas (Penrose, 1959), ou do *business cycles* nos termos schumpeterianos. A questão é saber se as pequenas empresas estarão relativamente pior do que as grandes em uma conjuntura de recessão econômica.

O perfil das firmas revela diferentes graus de exposição e vulnerabilidade aos riscos. Por um lado, o tamanho da empresa estabelece o limite de riscos que ela é capaz de suportar. Por outro lado, o conhecimento tecnológico da firma é uma ferramenta para identificar oportunidades tecnológicas inexploradas. Para uma firma pequena, com limites elevados para assumir riscos de investimentos em projetos tecnológicos, o conhecimento tecnológico tem papel central no aproveitamento das oportunidades produtivas.<sup>9</sup> Em outras palavras, os riscos econômicos e a incerteza tecnológica têm raízes diferentes e, portanto, implicações diferentes.

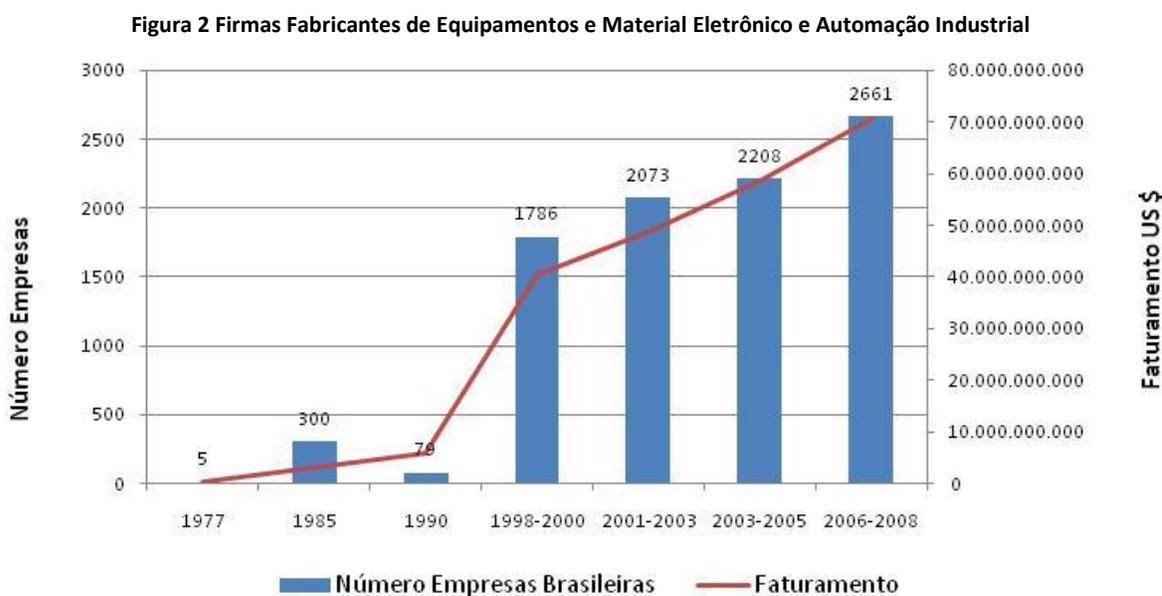
A Petrobras tem conseguido resistir às fases de depressão do ciclo econômico brasileiro graças às vantagens comparativas e competitivas que apresenta na IBPG. A Companhia consolidou-se como a principal operadora da IBPG, graças à intervenção estatal com o objetivo de adequar-se às circunstâncias e necessidades de segurança energética do Brasil. Com o tempo, os investimentos do monopólio estatal permitiram a descoberta de reservas e transformaram as vantagens comparativas (dotações) em vantagens competitivas baseadas na apropriação de conhecimento tecnológico. Dessa forma, a Petrobras tem estado no comando do processo de inovação da IBPG, assumindo o papel de usuária líder de bens de

---

<sup>9</sup>O conceito de conhecimento tecnológico é abordado no sentido ontológico e ressalta a capacidade do conhecimento científico para transformar a realidade. Afinal, esta abordagem se ajusta ao entendimento da ciência e da tecnologia “como um agente não apenas independente, mas determinante do ambiente histórico-social” (Dagnino, 2002)

capital, formuladora de desafios tecnológicos e tomadora de riscos. Ao aprender usando (*learning by using*), a Companhia mudou progressivamente o seu grau de inovação e conseguiu desenvolver uma capacidade prospectiva que lhe permite ser menos avessa às incertezas tecnológicas (De Oliveira e Roa, 2011).

Por outro lado, o perfil das firmas brasileiras fabricantes de equipamentos, material eletrônico e automação industrial é bastante heterogêneo. Na última década o crescimento do número de empresas tem acompanhado o crescimento do faturamento no segmento (Figura 2). Isso reflete a existência de poucas barreiras de entrada que facilitam o acesso de novas empresas. Conforme o conhecimento tecnológico vai aumentando e tornando-se cada vez mais difundido, criam-se oportunidades para firmas menores (Penrose, 1959, p. 332).

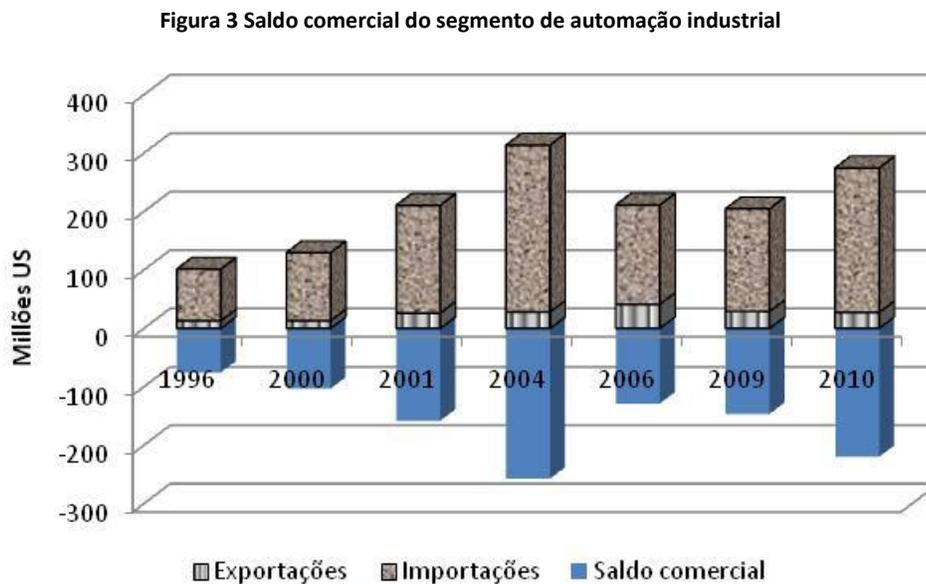


FONTE: Elaboração própria a partir de Motoyama, Nagamini, Asis de Queiroz, & Vargas (2004) para os dados de 1977 a 1990; IBGE (PINTEC) e ABINEE para os dados 1998-2008

A maior parte das novas firmas brasileiras na área de equipamentos, material eletrônico e automação industrial é micro ou pequenas empresas.<sup>10</sup> Entretanto, a explosão de crescimento do faturamento e do número de empresas nessa área não está relacionada com uma maior produção de alto conteúdo tecnológico no Brasil. Os saldos das trocas externas

<sup>10</sup> Aproximadamente 88,2% das empresas fabricantes de equipamentos de telecomunicações e de instrumentação e automação é Micro ou Pequenas empresas (RAIS, 2009, apud Prochnik, 2011).

(Figura 3) indicam que o segmento de automação é importador líquido de insumos e equipamentos. Isso reflete a perda de competitividade que não permite às empresas brasileiras concorrer no mercado internacional.



FONTE: Elaboração própria com base em dados da ABINEE

As empresas brasileiras de automação industrial têm uma alta elasticidade-preço das importações, ou seja, são muito sensíveis à variação dos preços relativos no comércio internacional, razão pela qual uma excessiva apreciação do câmbio desestimula a produção doméstica.<sup>11</sup> Em consequência, no segmento de automação industrial, as fontes de conhecimento são externas e o processo de aprendizado é assimilado através da importação de maquinaria e equipamento (*learning by using*). Apesar de não existirem barreiras de entrada no segmento de automação, persistem dificuldades para o crescimento das empresas.

A história apresenta evidências de que a falta de capacidade para absorver riscos da inovação impediu o crescimento das empresas brasileiras do segmento de automação industrial. Entre 1975 e 1990, o governo brasileiro promoveu políticas de reserva de mercado para impedir o

<sup>11</sup>Teoricamente, a menor propensão marginal a importar e a reduzida elasticidade-renda das importações permitem que a expansão do mercado interno não esbarre rapidamente, ante um choque, no balanço de pagamentos (Da Motta e Albuquerque, 1996).

acesso e a importação de produtos e bens de consumo de alto conteúdo tecnológico.<sup>12</sup> Tais medidas visaram proteger o desenvolvimento da indústria nacional e incrementar a pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Contudo, a falta de capacidade da indústria brasileira para assumir os riscos de inovação inviabilizou o desenvolvimento tecnológico, culminando no declínio da produção nacional de bens de capital de alto conteúdo tecnológico. Apesar dos esforços do governo, este não conseguiu implantar condições favoráveis para a realização de P&D, nem tampouco fomentar a utilização de incentivos (Motoyama, *et al.* 2004, 403). De fato, nos anos 80 algumas empresas do segmento eletrônico faliram, enquanto as companhias sobreviventes não tinham experiência em P&D, o que terminou por eliminar o retorno tecnológico e econômico nos investimentos em projetos tecnológicos (*Ibid.*, p. 404).

Além das falhas no processo de inovação no segmento eletrônico do Brasil, a pressão do comércio internacional começou a sentir-se mais forte. No final da década de 1980, começa a existir forte complementaridade entre a produção doméstica e a importação de bens de capital: aumentos do coeficiente de importação desses bens se davam a partir da elevação conjunta do *quantum* importado e do *quantum* produzido (Da Motta e Albuquerque, 1996).

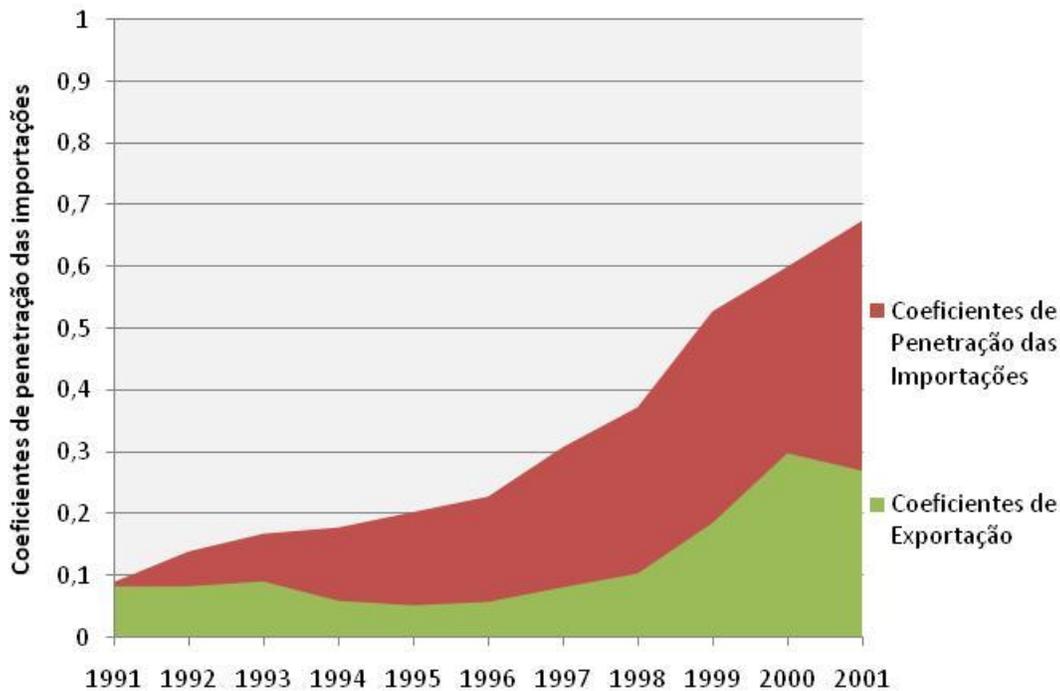
A partir da década de 90, observa-se um aumento significativo da penetração das importações na produção total de equipamentos eletrônicos (Figura 4). Setores com coeficiente importador elevado apresentam limitado esforço tecnológico. No Brasil, existe evidência de uma relação inversa entre penetração das importações (importação/valor da produção) e o esforço de inovação tecnológica das empresas (Ferrero Z., 2004).<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup>Essas políticas são: Política Nacional de Informática (1984) e Leis da Informática (1991, 2001, 2004).

<sup>13</sup> A competitividade da indústria, no início da década de 90, foi prejudicada pela escassez de crédito à compra de bens de capital, pela política cambial entre 1994-1998 e pelos “ex-tarifários” mal aplicados (PITCE, 2003). Dessa forma, algumas das empresas que sobreviveram à rápida abertura alteraram suas estratégias, passando a adotar acordos de tecnologia, de cooperação e *joint ventures* internacionais (BNDES, 2004). A opção por essas novas alianças teve por base a diluição de riscos tecnológicos e dos custos crescentes das empresas.

Figura 4 Coeficiente de Penetração das Importações e Exportações de Equipamentos Eletrônicos



Fonte: Elaboração própria a partir de dados de (IPEA, 2002)

O setor empresarial brasileiro produtor de bens de alto conteúdo tecnológico se apresenta com sequelas no início do século XXI. Por um lado, a elevada penetração das importações limita o esforço tecnológico. Por outro lado, a falta de esforço inovador não permite que as empresas ganhem competitividade e se protejam contra riscos econômicos que vêm do comércio internacional.

## 2.2. Condições de Mercado e Obstáculos à Inovação

A mais recente pesquisa sobre inovação tecnológica no Brasil (PINTEC, 2008) avaliou as dificuldades e obstáculos das empresas brasileiras que podem ter inviabilizado, ou tornado mais lenta, a realização de projetos tecnológicos. Para analisar esses resultados, este estudo selecionou cinco grupos de empresas da indústria da transformação fabricantes de equipamentos, aparelhos, material elétrico-eletrônico, instrumentação e redes de comunicação. Todos eles têm uma base tecnológica convergente com o segmento de automação industrial.

Em média, 45% das empresas do setor eletrônico não realizaram inovações. A maioria (64%) foi por causa das condições do mercado, que para o setor eletro-eletrônico pareciam ser mais desfavoráveis se comparado com o resto da indústria brasileira. Ou seja, até o ano de 2008 as firmas do segmento em questão não percebiam oportunidades para investir em projetos tecnológicos e, portanto, não poderiam esperar algum benefício econômico acima dos custos incorridos que derivam dos projetos em inovação.

**Tabela 2 Empresas, total e as que não realizaram inovações com indicação das razões porque não desenvolveram nem realizaram inovações, segundo as atividades selecionadas da indústria Brasil - período 2006-2008**

GRUPO	Atividades selecionadas da indústria e dos serviços	Empresas				
		Total	Que não realizaram inovações e sem projetos			
			Total	Razões da não inovação		
				Inovações prévias	Condições de mercado	Outros fatores impeditivos
1	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.	2.154	48%	15%	54%	32%
2	Material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	689	45%	6%	71%	23%
3	Material eletrônico básico.	372	45%	9%	67%	25%
4	Aparelhos e equipamentos de comunicações	317	45%	3%	76%	20%
5	Equipamentos de instrumentação e equipamentos para automação industrial, entre outros.	1.283	44%	17%	52%	31%
<b>Total setor eletro eletrônico</b>		<b>4.815</b>	<b>45%*</b>	<b>10%*</b>	<b>64%*</b>	<b>26%*</b>
<b>Total indústria brasileira</b>		107.605	59%	16%	56%	28%

\*Valor médio

Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC (2008).

Outros fatores impeditivos foram avaliados conforme a importância deles (alta, média, baixa) (Tabela 3). Em média, 66% das empresas consideram de alta importância os riscos econômicos e os elevados custos da inovação. Além disso, 46% das empresas consideram como baixa ou pouco relevante as apropriadas de financiamento. Logo, apesar das empresas reconhecerem que nos últimos tempos há disponibilidade de recursos para financiar os custos da inovação, as empresas têm aversão aos riscos econômicos e em consequência apresentam baixa propensão a inovar.

A percepção sobre os problemas e obstáculos da inovação é diferenciada entre os cinco grupos de firmas selecionadas. Para a maioria das empresas do grupo 3 (fabricação de material eletrônico básico), têm alto grau de importância os riscos econômicos (90%), os elevados custos da inovação (87%) e é relevante a escassez de fontes de financiamento (73%). Para o grupo 4 (fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações) têm alto grau de importância os riscos econômicos (54%) e os custos da inovação (62%), mas é pouco relevante a escassez de fontes de financiamento (76%).

**Tabela 3 Empresas, total e as que não realizaram inovações devido a outros fatores, por grau de importância dos problemas e obstáculos apontados, segundo as atividades selecionadas da indústria - Brasil - período 2006-2008**

GRUPO	Atividades selecionadas da indústria e dos serviços	Riscos econômicos excessivos			Elevados custos da inovação			Escassez de fontes apropriadas de financiamento		
		Alta	Média	Baixa e não relevante	Alta	Média	Baixa e não relevante	Alta	Média	Baixa e não relevante
1	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.	64%	13%	24%	58%	15%	27%	20%	23%	57%
2	Material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações.	75%	18%	6%	77%	2%	21%	53%	10%	37%
3	Material eletrônico básico.	90%	10%	0%	87%	3%	10%	73%	16%	10%
4	Aparelhos e equipamentos de comunicações.	54%	30%	15%	62%	0%	38%	24%	0%	76%
5	Equipamentos de instrumentação e equipamentos para automação industrial, entre outros.	49%	3%	48%	46%	13%	41%	6%	43%	52%
<b>Total setor eletro eletrônico</b>		<b>66%</b>	<b>15%</b>	<b>19%</b>	<b>66%</b>	<b>7%</b>	<b>27%</b>	<b>35%</b>	<b>18%</b>	<b>46%</b>
<b>Total indústria brasileira</b>		<b>48%</b>	<b>19%</b>	<b>32%</b>	<b>57%</b>	<b>18%</b>	<b>25%</b>	<b>40%</b>	<b>14%</b>	<b>47%</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC (2008).

Em geral, o quadro de baixa confiança e aversão ao risco impulsiona a indústria local a optar por estratégias defensivas de “enxugamento de custos” e baixo esforço inovador. Isso reduz as expectativas de as empresas desenvolverem atividades de P&D. Esta é uma primeira evidência de por quê uma onda de investimentos (ou inclusive de liquidez no mercado) nem sempre traz consigo uma onda de mudança tecnológica, pois a aversão aos riscos é um fator impeditivo à inovação.

### 2.3. Especialização em Petróleo e Gás e Desafios Tecnológicos

Recente avaliação da competitividade dos fornecedores da IBPG feita pelo Instituto de Economia da UFRJ para o Programa de Mobilização da Indústria do Petróleo (PROMINP) indicou que a demanda de bens e serviços de automação e instrumentação é crescente (De Oliveira, 2008). O relatório identificou também que existem dificuldades relacionadas ao abastecimento doméstico de produtos deste segmento, fruto do limitado esforço inovador das empresas fornecedoras.

Tabela 4 Inovação e fontes de conhecimento da rede de fornecedores da IBPG

		Setores	Dependência de P&G (% faturamento)	Atores no Brasil		Difusão Tecnológica	Produtividade	Fontes Locais			Fontes Externas			
				Concentração*	Porte**			Certificações e normas de padronização	Learning by doing	Desenvolvimento endógeno			Transferência Tecnológica	
										Engenharia/Design	P&D	Universidade	Matriz	Cooperação Tecnológica
Base Tecnológica	Elétrica	Automação		Alta	G									
		Telecomunicações		Media	MG									
	Elétrica	Subestação e Transformadores		Media	MG									
		Geradores e Motores		Alta	G									
		Subsea Equip. Hastes e Un. de Bombeio		Alta	MG									
	Mecânica	Válvulas		Alta	MG									
		Guindastes		Baixa	M									
		Turbinas		Alta	M									
		Motores		Alta	M									
		Compressores		Alta	M									
		Bombas		Alta	M									
		Caldeiraria		Alta	M									
	Metalúrgica	Conexões e Flanges		Baixa	MG									
		Tubos		Alta	MG									
		Siderurgia		Alta	G									
				Media	G									

\*Concentração = • Mkt Share (até 3 empresas) > 66% => Alta • Mkt Share (entre 3 e 6 empresas) > 66% => Média • Mkt Share (acima de 6 empresas) > 66% => Baixa.

\*\*Porte: faixa de faturamento das empresas. Critério de classificação utilizado - BNDES.

FONTE: Elaboração Própria com base em (De Oliveira, 2008)

Em media, as firmas de automação fornecedoras de bens e serviços de automação e instrumentação não são dependentes do faturamento de petróleo e gás se comparado com

outros segmentos.<sup>14</sup> Das 21 firmas fornecedoras, 3 empresas de grande porte concentram mais de 66% do mercado brasileiro. O suprimento de automação consiste em sistemas de informação através de componentes de hardware e software usados para supervisão e aquisição de dados. Entre os mais demandados estão os sistemas SCADA e os controladores lógicos programáveis (CLP). Em geral, estes sistemas estão relacionados com funções de informação e comunicação tipicamente industriais de base tecnológica madura. Mas, os processos de automação para produção *offshore* estão relacionados com funções que vão além do simples tratamento de informação. Existem processos de automação mecânica e de fluxo de materiais que, no caso brasileiro, são fornecidos por multinacionais integradas verticalmente nas atividades e fornecimento de equipamentos *subsea*.<sup>15</sup>

Na tabela 4, é possível notar que, entre as empresas fornecedoras de automação, há um “déficit” de fontes de conhecimento. Como foi mencionado na seção 2.1., a oferta interna das firmas brasileiras de automação industrial é atendida pelas importações. A falta de produção doméstica do segmento de automação traz consigo baixo esforço inovador com atividades em P&D reduzidas e escasso desenvolvimento da engenharia. As firmas estrangeiras que fornecem à IBPG apresentam alta tendência ao comércio intra-firma (De Oliveira, 2008). Isso gera alta dependência de fontes de conhecimento que provêm da casa matriz. A interação dos fornecedores com a infraestrutura científica e tecnológica nacional é tênue. Tampouco existem esforços significativos de transferência tecnológica a partir de fontes externas.

As firmas brasileiras de automação têm escassa interação com órgãos de normatização, certificação de procedimentos e melhores práticas. Neste segmento, a padronização deve ser

---

<sup>14</sup> Entre as grandes empresas a percentagem de faturamento em petróleo e gás oscila entre 5% e 15%. As empresas medianas chegam a depender da IBPG em até 62% do faturamento anual. (PROMINP, 2008)

<sup>15</sup> O segmento *subsea* é abastecido por 7 firmas estrangeiras especializadas no setor de instrumentação para E&P *offshore*. Elas estão integradas a vários processos da cadeia produtiva de petróleo e gás e oferecem equipamento de produção como válvulas, arvores de natal (*Xmas trees*), bombas, umbilicais, entre outros. Estas empresas são líderes robustas, vinculadas a grandes grupos internacionais, cuja atuação principal não é a indústria petrolífera, mas pode valer-se de ampla estrutura financeira e capacitações em produção e/ou serviços similares (economias de escopo) (IPEA, 2010)

feita em redes ou comitês estrangeiros. Segundo um estudo da Organização Internacional de Produtores de Petróleo e Gás Natural (OGP, 2010) existem ao redor de 70 entidades, associações e organizações internacionais que geram e emitem normas, padrões e certidões nessa área específica (Ver Anexo 1). As agências internacionais são responsáveis pela emissão e seguimento de mais de 1200 protocolos e padrões disponíveis e usados na Indústria de Petróleo e Gás Natural na área de automação e instrumentação ao redor do mundo. Além de entidades especializadas, as grandes firmas petrolíferas também participam e criam padrões tecnológicos a partir das suas necessidades particulares.<sup>16</sup>

Porém a exigência da IBPG de normatização e certificação internacional gera vários questionamentos. O primeiro é sobre a viabilidade das firmas domésticas realizarem inovação a partir de critérios técnicos homogeneizantes quando as necessidades vindas do Pré-sal são bastante específicas. O segundo questionamento é sobre a interação dos institutos de engenharia, as universidades brasileiras e as agências de certificação nacional com outras agências de certificação tecnológica internacional, que facilite a difusão e adoção do conhecimento tecnológico.

O número de empresas brasileiras especializadas em tecnologia de automação e instrumentação *subsea* é limitado se comparado com outras redes de fornecimento internacionais (Figura 5). O número de fabricantes do setor de automação é proporcional ao número de projetos em cada região do mundo (Figura 6). O número de campos no Brasil é menor, mas o desafio tecnológico das explorações no Pré-Sal é superior ao resto do mundo. No Mar do Norte, na Noruega, as explorações mais desafiantes são feitas a 185 km da costa com profundidade de 127 metros.<sup>17</sup> No Golfo do México, a profundidade máxima atingida foi de 2100 metros.<sup>18</sup> No Brasil a operação de campos do Pré-sal é realizada a 300 km da costa e

---

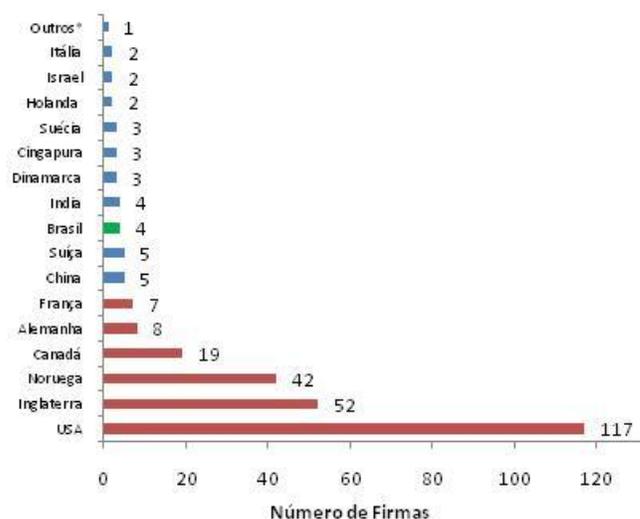
<sup>16</sup> O Grupo OGP tem por objetivo aceder a uma grande variedade de conhecimentos técnicos e partilha de experiências entre os seus membros. Está constituído por 6 grandes multinacionais que são: ABB, Emerson, Honeywell, Siemens, Schneider e Yokogawa, todas elas atuantes no Brasil. Além disso, existe o Grupo SIIS - SIIS-Subsea Instrumentation Interface Standards- que define normas e padrões na área de instrumentação na produção offshore. (OGP, 2010)

<sup>17</sup> Descoberto em 1991 e com produção no ano 2003, o campo de Grane é operado pela StatoilHydro. [www.subsea.org](http://www.subsea.org)

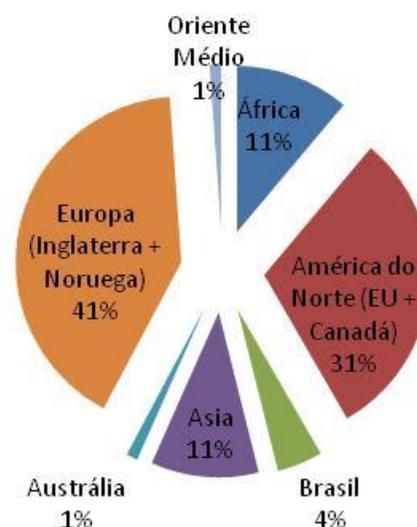
<sup>18</sup> Descoberto em 1998, o campo Atlantis era o mais profundo do mundo com instalação de produção ancorada e semi-submersíveis. É operado pela BP. [www.subsea.org](http://www.subsea.org)

7000 metros de profundidade. Embora exista tecnologia para atuar em águas profundas, a produção sob as condições geológicas do Pré-sal (maior corrosão, pressão e altas temperaturas) é tecnicamente mais ariscada. Um outro aspecto a considerar são os custos mais elevados da exploração do Pré-Sal que poderiam ser reduzidos via inovações tecnológicas.

**Figura 5 Oferta de automação especializada em *subsea***  
Número de Fabricantes de instrumentação e automação especializados em tecnologias *subsea* (pais de origem)



**Figura 6 Demanda de automação especializada em *subsea***  
Número de campos de Exploração e Produção *offshore* ao redor do mundo



Fonte: Elaboração própria a partir de [www.subsea.org](http://www.subsea.org)

Em síntese, o Pré-sal oferece oportunidades de expansão da escala produtiva e formula desafios científicos e tecnológicos ainda inexplorados. Diante da estagnação econômica na Europa e nos Estados Unidos, e tendo em vista o ciclo de investimentos no Brasil é possível imaginar que as empresas que atuam no mercado internacional de *subsea* queiram se inserir no mercado brasileiro e aproveitar as oportunidades do crescimento na escala de produção da IBPG. Mas, nem todas as empresas têm a mesma capacidade de mitigação dos riscos econômicos, e tampouco conhecimento técnico-científico suficiente para enfrentar a incerteza tecnológica. O risco econômico e a incerteza tecnológica têm raízes diferentes e geram respostas diferentes entre as empresas. Resta avaliar como as perspectivas de mudança tecnológica na IBPG podem influenciar o comportamento inovador do segmento de automação industrial brasileiro e estrangeiro.

### 3. Marco Analítico

O propósito deste capítulo é demonstrar de forma teórica como o risco e a incerteza são problemas que limitam o desenvolvimento de projetos tecnológicos nas empresas. O risco e a incerteza são condições inerentes à busca de alguma coisa nova. Antes de tudo, o risco faz parte do esquema de trabalho de um empreendedor e, por isso, resistir aos obstáculos faz das inovações um sucesso nem súbito, nem espontâneo (Schumpeter, 1939). Logo, a capacidade de inovar depende da habilidade e disposição para superar riscos e incertezas. Três conceitos constroem o marco analítico desta pesquisa:

- i. *Incerteza tecnológica* quanto às informações e conhecimento tecnológico (limitados) que respaldam a tomada de decisões.
- ii. *Riscos do ambiente econômico* baseados em dados sobre tendência e volatilidade do mercado. Em uma economia aberta, os riscos associados à inovação podem ser agravados por variáveis como tipo de câmbio e taxas de juros, por exemplo.
- iii. Padrões *“subjetivos”* na tomada de decisões, referindo com isso à aversão (“misoneísmo”) ou simpatia por coisas novas.

#### 3.1. Risco e Incerteza

Sobre os conceitos de risco e incerteza existem diferentes aproximações. No sentido de Knight (1921) a diferença entre os conceitos radica na condição de *mensurabilidade*. O risco pode ser quantificado em termos de frequência e custos prováveis. Porém, a incerteza não pode ser mensurada. No sentido de Penrose (1959), a diferença radica-se na condição de veracidade da iniciativa a ser empreendida: a incerteza determina a (auto) *confiança* do empresário em suas estimativas ou expectativas; os riscos são determinados pelos possíveis *resultados* (perdas) de uma ação. Estas duas aproximações são compatíveis na medida em que a possibilidade de obter informação e mensuração (à Knight) gera confiabilidade (à Penrose).

Contudo, “é a incerteza, e não o risco, a verdadeira base de análise de lucros” (Knight, 1921, p. 11). Para Dosi (1988b) incerteza é mais do que falta de informação relevante sobre fatos. É

também a existência de problemas não resolvidos e frente aos quais é difícil prever as consequências futuras de uma ação hoje.

Na perspectiva macroeconômica pós-keynesiana, o conceito de incerteza acha-se vinculado a duas noções: (i) o comportamento ligado ao conhecimento limitado, e, (ii) o tempo histórico (Dequech, 1999).

Por um lado, o conhecimento limitado é o que alimenta a incerteza. O risco probabilístico e a incerteza são antônimos e, portanto, as distribuições de probabilidade não são a base para prever o comportamento dos agentes sob incerteza. O que conta nas decisões das firmas é a confiança de quem decide, seu “espírito animal” (Davidson, 1991).

Por outro lado, no tempo histórico o futuro não pode ser igual ao presente nem ao passado e, portanto, não se pode fazer previsões do futuro com base na análise de dados do passado. É pouco crível que padrões observados sejam repetidos de forma idêntica no longo prazo (Davidson, 1982). Nem as crises econômicas, nem as inovações tecnológicas têm uma periodicidade estabelecida, logo, o risco da inovação tem um caráter dinâmico, sistêmico e é dificilmente previsível.

Na perspectiva microeconômica evolucionária, quando um novo paradigma tecnológico se abre, ele traz consigo incerteza, pois a transição tecnológica pode se dar em múltiplas direções a partir das expectativas tecnológicas e de mercado. A introdução do tempo nas decisões de investimento supõe necessariamente expectativas e o reconhecimento de incerteza dos agentes quando se confrontam à decisão de manter e valorizar sua riqueza (Possas, 1991, p. 81).

Dosi (1988a) faz uma distinção das fontes da inovação baseado na construção de expectativas e assegura que as empresas irão alocar recursos em inovações tecnológicas se: (i) elas esperam que haja um mercado para os seus novos produtos e processos; (ii) elas esperam algum benefício econômico, líquido dos custos incorridos, que derivam das inovações; e, (iii) elas sabem, ou acreditam na existência de algum tipo de oportunidade

científica e tecnológica ainda inexplorada. Em síntese, as inovações nascem da percepção de oportunidades econômicas e tecnológicas.

No entanto, o processo de decisões é determinado pela compensação entre oportunidades, riscos e incertezas. Em contraposição ou contra-exemplo à tese de Dosi, os sinais do mercado e o conhecimento tecnológico podem deixar de ser fontes e virar obstáculos à inovação. Basicamente, os projetos tecnológicos podem enfrentar: (i) *risco de mercado*, dada a situação da demanda ou as limitadas possibilidades comerciais; (ii) *riscos de capital*, dada a disponibilidade de capital e custos e/ou perdas prováveis que derivam das inovações tecnológicas; e, (iii) *incerteza tecnológica* devido a informação e conhecimento tecnológico limitados. Portanto, atividades inovadoras não são promovidas por agentes avessos ao risco.

### **3.2. Aversão ao Risco**

A capacidade de gerenciar o risco e com ele a vontade de assumi-lo e fazer escolhas para o futuro são elementos-chave que impulsionam tanto o sistema econômico quanto o progresso tecnológico.<sup>19</sup> O problema de risco relaciona-se a argumentos de custo aceitável, racionalmente suportável, mas em parte, a danos hipotéticos (Luhmann, 2002).

Na economia neoclássica, o conceito de aversão ao risco é construído a partir da existência de uma função de utilidade esperada (dado um conjunto ordinal de preferências reveladas) e o suposto de que os indivíduos são racionais ao maximizar os seus benefícios e minimizar os seus custos (Mas-Colell e Whiston, 1995). A existência de informação e valoração de riscos gera a possibilidade de *financiarização* ou cobertura no mercado.<sup>20</sup> Contrariando isso, quando os riscos (perdas possíveis) são difíceis de mensurar é impossível achar instrumentos de mitigação no mercado (Bewley, 1989). Se os riscos de um novo empreendimento são avaliáveis, poder-se-ia imaginar que o mercado ofereça coberturas frente às eventuais perdas da inovação. Caso o investidor tenha uma estimativa da exposição ao risco, este

---

<sup>19</sup> A transformação de atitudes em relação ao risco canalizou a paixão humana por jogos e apostas e historicamente estimulou o crescimento econômico e avanço tecnológico (Bersntein, 1998).

<sup>20</sup> No mercado de seguros, as companhias mostram-se relutantes a tomar riscos imensuráveis, pois da mesma forma em que são comercializados os ativos financeiros, são também negociados os seguros. (Bewley, 1989)

poderia ser comercializado, alocado ou controlado e o empreendedor não precisaria suportá-lo sozinho. Sob a perspectiva neoclássica, o fato de não investir dada a falta de mecanismos de cobertura no mercado, faz dos empresários agentes avessos ao risco.

A teoria da decisão de Knight sugere a existência de aversão ao coexistir pessoas com opiniões diferentes. Mesmo que baseadas em uma mesma (des) informação, as pessoas fazem apostas (investimentos) diferentes dada sua própria aspiração de lucro (Knight, 1921). Logo, um empreendedor é aquele que faz investimentos sob risco imensurável e, portanto, risco não assegurável.

A Teoria Prospectiva de Kahneman e Tversky (1979) surgiu como uma crítica à teoria da utilidade esperada neoclássica para inferir sobre a tomada de decisões sob risco e incerteza. A Teoria Prospectiva sugere a existência de aversão a partir das propriedades comportamentais dos agentes e se opõe ao normativamente “correto” e “racional” do comportamento humano. Sob esse enfoque é destacada a importância da subjetividade na apreciação do risco.<sup>21</sup>

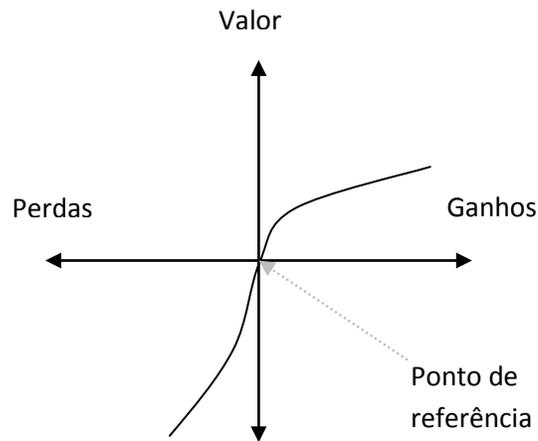
A teoria prospectiva designa uma função valor à avaliação de perdas e ganhos com ponderações assimétricas<sup>22</sup> (Figura 7). Dada certa dotação de recursos (ponto de referência), as firmas têm maior sensibilidade às perdas do que aos ganhos, e por isso são mais avessas ao risco de perda *-loss aversion-* do que tomadoras de risco ante a promessa de ganhos incertos *-risk taking-* (Kahneman e Lovallo, 1993).

---

<sup>21</sup> Antes disso, Allais (1953) associou um valor psicológico à valoração monetária da utilidade esperada. Ellsberg (1961) demonstrou que existe ambigüidade nas preferências frente à própria natureza das informações com que são estimadas as probabilidades. Contudo, foi Simon (1955) quem postulou primeiramente uma função valor em forma de “S” para estimar a preferências e asseverou que os indivíduos nem sempre buscam otimizar seu consumo, senão apenas se satisfazer, ou seja, podem escolher alternativas não ideais.

<sup>22</sup> A diferença da teoria (neoclássica) de utilidade esperada, onde utilidades positivas e negativas possuem pesos iguais, na teoria da prospectiva a percepção de dano gerado por uma perda é cerca de duas a 2,5 vezes maior do que a sensação de benefício produzido pelo ganho (Tversky e Kahneman, 1991; Kahneman e Lovallo, 1993).

Figura 7 Função valor (curva s) da teoria prospectiva



FONTE: (Kahneman & Tversky, 1979)

A perda de um determinado recurso percebe-se com maior intensidade do que o ganho desse mesmo recurso.<sup>23</sup> É por isso que a aversão às perdas pode favorecer a inação sobre a ação, porque as desvantagens de uma nova alternativa são avaliadas como perdas e, portanto, sopesadas mais do que suas vantagens (Kahneman e Lovallo, 1993).

Dessa forma, a aversão às perdas pode afetar a tomada de decisões sobre projetos de inovação tecnológica, mesmo em contextos de baixo risco. As atividades em P&D geram benefícios inestimáveis, os projetos tecnológicos têm longos prazos de maturação e em diversas oportunidades os gastos executados em atividades inovadoras excedem os valores planejados inicialmente. A decisão de inovar dependerá da disposição para assumir riscos imensuráveis e, sob incerteza as firmas podem preferir ficar passivas. Ao deixar de fazer projetos tecnológicos, as firmas não somente evitam perdas, mas também não aproveitam ganhos do aprendizado tecnológico que podem vir da prática de atividades em P&D e dos ganhos dessas atividades (redução de custos e/ou ganhos de *market share*). Reforçando a idéia de Knight, é a aversão à incerteza a verdadeira base de análise de lucros da inovação.

---

<sup>23</sup> Inúmeros estudos têm demonstrado porque os agentes são mais sensíveis ao aumento de preços (perdas do excedente do consumidor) do que à redução dos preços nos bens de consumo (ganhos no excedente do consumidor), por exemplo. (Hardie, et.al., 1993; Kalyanaram, 1995; Bell, 2000; Bokhari et.a., 2011; entre outros)

### 3.3. Capacidade Prospectiva

A relação entre incerteza e aversão define a *capacidade prospectiva* de inovar. Este conceito é definido neste estudo a partir da seguinte proposição: se uma firma percebe incerteza e é confiante na exploração de novas oportunidades de negócio, então ela tem capacidade prospectiva de inovar. Esta proposição permite discutir os efeitos de uma política pública na gestão da incerteza tecnológica.

Se incerteza é antecedente ( $\alpha$ ) e a aversão consequente ( $\beta$ ), a conjunção desta proposição será:

Tabela 5 Conjuntiva entre incerteza e aversão à incerteza

	INCERTEZA (Conhecimento Imperfeito do futuro) $\alpha$	AVERSÃO (Rejeita novas oportunidades) $\beta$	NÃO TEM CAPACIDADE PROSPECTIVA $\alpha \wedge \beta$
1	V	V	V
2	V	F	F
3	F	V	F
4	F	F	F

FONTE: Elaboração própria

Do argumento 1 pode se deduzir que: se existe incerteza e a firma é avessa a dita incerteza, então uma firma não tem capacidade de prospectiva para inovar. Do argumento 2 pode se deduzir que: se existe incerteza, e, a firma não é avessa a dita incerteza, então ela tem capacidade prospectiva para inovar. Dada a existência inevitável de incerteza os argumentos 3 e 4 não têm validade para esta demonstração.<sup>24</sup>

A implicação que existe entre incerteza e aversão nos dois primeiros argumentos é a seguinte:

<sup>24</sup> As estimativas sobre o futuro não podem eliminar a existência de incerteza, pois o futuro ainda está por ser criado. Ou seja, a incerteza de forma nenhuma pode ser eliminada. Contudo, Dequech (2000) afasta o conceito de incerteza (fundamental) das ambigüidades criadas na interpretação de estimativas tendenciosas, seja pela falta de informação ou pela definição de critérios arbitrários para aceitar o risco. Isso na prática tem implicações para definir o que é um investimento com “zero” risco por exemplo.

**Tabela 6 Implicação entre incerteza e aversão à incerteza**

	INCERTEZA (Conhecimento Imperfeito do futuro)	AVERSÃO (Rejeita novas oportunidades)	$\alpha \rightarrow \beta$
	$\alpha$	$\beta$	
1	V	V	V
2	V	F	F

FONTE: Elaboração própria

Vale dizer, se existir incerteza e aversão, então a incerteza implica a aversão. Mas, se existir incerteza e não existir aversão, então a aversão envolve outras fontes.

A relação de equivalência ( $\leftrightarrow$ ) entre incerteza e aversão à incerteza será:

**Tabela 7 Equivalência entre incerteza e aversão à incerteza**

$\alpha$	$\beta$	$\alpha \leftrightarrow \beta$
V	V	V
F	V	F
V	F	F
F	F	V

FONTE: Elaboração própria

Se incerteza ( $\alpha$ ) e a aversão ( $\beta$ ) são equivalentes, então elas deveriam ter o mesmo valor. Assim, nas linhas onde  $\alpha$  e  $\beta$  têm o mesmo valor (ambas verdadeiras, ou ambas falsas), a bi-implicação  $\alpha \leftrightarrow \beta$  é verdadeira. Caso  $\alpha$  e  $\beta$  tenham valores diferentes,  $\alpha \leftrightarrow \beta$  é falsa. Ou seja, quando existem incerteza e aversão juntas, a existência de incerteza equivale à existência de aversão. Mas, se existir uma e a outra não, elas deixam de ser equivalentes. O fato de que exista incerteza não equivale dizer que as firmas sejam avessas a dita incerteza. Logo reduzir a incerteza é uma condição necessária, mas não suficiente para promover capacidade prospectiva de inovar.

Apesar da consistência dos argumentos anteriores, a análise da relação entre incerteza e aversão é puramente descritiva e parte do uso de regras de decisão não compensatórias (conjuntiva, implicação e bi-implicação), que não usam ou pesam as dimensões (valores) de cada argumento.

A teoria permite concluir que inovação empresarial é o poder natural dos investidores com baixos níveis de aversão à incerteza tecnológica e tomadores de risco da inovação. Sob uma caracterização Knightiana, o empreendedor tem baixo nível de aversão à incerteza. Sob a teoria prospectiva de Kahneman, os investidores irão investir em inovação se forem pouco avessos ao risco de perda dos seus recursos e adeptos a ganhos incertos. Afinal, a aversão à incerteza tecnológica e aversão às possíveis perdas torna uma inovação irrealizável. Aceder à informação tecnológica ou dominar bases de conhecimento científico permite reduzir a incerteza tecnológica. No entanto, a ausência ou diminuição de incerteza não implica ausência ou diminuição da aversão. Da mesma forma, a ausência ou diminuição do risco não sugere menor aversão às perdas.

A capacidade prospectiva de inovar supõe a percepção *ex-ante* da mudança tecnológica e a sua resposta antecipada a ela. A capacidade prospectiva das firmas permitirá descobrir os meios disponíveis para as empresas reduzirem a incerteza e controlarem os riscos (imensuráveis), capacitando-as a fazer pleno uso dos recursos de que dispõem. Os empreendimentos ousados tecnologicamente dependerão da exploração de bases de conhecimento. Os empreendimentos amplos em termos de capital dependerão da exploração da capacidade produtiva e gestão dos riscos econômicos da firma.

### **3.4. Propensão a inovar**

As possibilidades de mudança tecnológica em uma indústria irão depender tanto da capacidade prospectiva quanto da *propensão a inovar* das empresas. A propensão a inovar é a inclinação das firmas para comprometer recursos em atividades de P&D dependerá dos incentivos que percebam do mercado.

Tanto o tamanho quanto a taxa de crescimento do mercado exercem uma influência positiva sobre a propensão a inovar (Dosi, 1988a). A relação entre expectativas de demanda e gastos em P&D definem a propensão a inovar das firmas. Dessa forma, a primeira hipótese a contrastar neste estudo será:

---

**Primeira Hipótese (H<sub>1</sub>):**

As perspectivas de crescimento da demanda futura estão relacionadas positivamente com o interesse de realizar atividades de P&D.

---

Todavia, mesmo sem perspectivas de expansão, as firmas enfrentam o risco de obsolescência tecnológica. O futuro tecnológico encontra-se inevitavelmente sob incerteza. Além disso, existem diferentes graus de conhecimento tecnológico. Isso define de forma particular a incerteza tecnológica de cada firma. Logo, mesmo que exista otimismo sobre o crescimento da demanda, as empresas não respondem de maneira automática, pois existe incerteza tecnológica e as empresas têm apreciações (aversão) sobre isso.

A incerteza tecnológica considera tanto o conhecimento tecnológico quanto a informação sobre o ritmo de criação, adoção e difusão de inovações tecnológicas por parte de outros agentes. Se uma firma percebe um ritmo acelerado de adoção e difusão tecnológica, ela provavelmente irá adiar seus esforços de inovação ou mesmo renunciar a inovar (Rosenberg, 1996). Logo, as expectativas sobre avanços tecnológicos podem gerar aversão a investir em inovação tecnológica. Em outras palavras:

---

**Segunda Hipótese (H<sub>2</sub>):**

A propensão a investir em P&D está relacionada de forma negativa ao ritmo de criação, adoção e difusão de inovações tecnológicas.

---

Se a primeira e segunda hipóteses forem satisfeitas, a existência de inovações se deverá à relação direta entre expectativas de demanda e gastos em P&D (H<sub>1</sub>) e a relação inversa entre incerteza e aversão (H<sub>2</sub>). A primeira relação define a propensão a inovar, a segunda relação define a capacidade prospectiva da firma.

Vale esclarecer que, a falta de informação ou confiabilidade dos retornos sobre investimentos em P&D, junto com uma base de conhecimento científico incipiente, eleva a incerteza tecnológica e oferece motivos para que uma empresa seja avessa a realizar investimentos em atividades científicas.

A incerteza tecnológica pode estar correlacionada (ou até ser exacerbada) com o risco de mercado. Isso acontece quando as firmas são muito sensíveis à variação dos preços relativos no comércio internacional. Ante uma redução dos preços relativos da tecnologia produzida por agentes no exterior as importações aumentarão, e junto com isso, aumentará o ritmo de adoção e difusão tecnológica, e os agentes podem ser induzidos a adiar projetos tecnológicos. Será necessário testar se:

---

**Terceira Hipótese (H<sub>3</sub>):**

A possibilidade de importação de tecnologia influencia de forma negativa os investimentos em atividades domésticas de P&D.

---

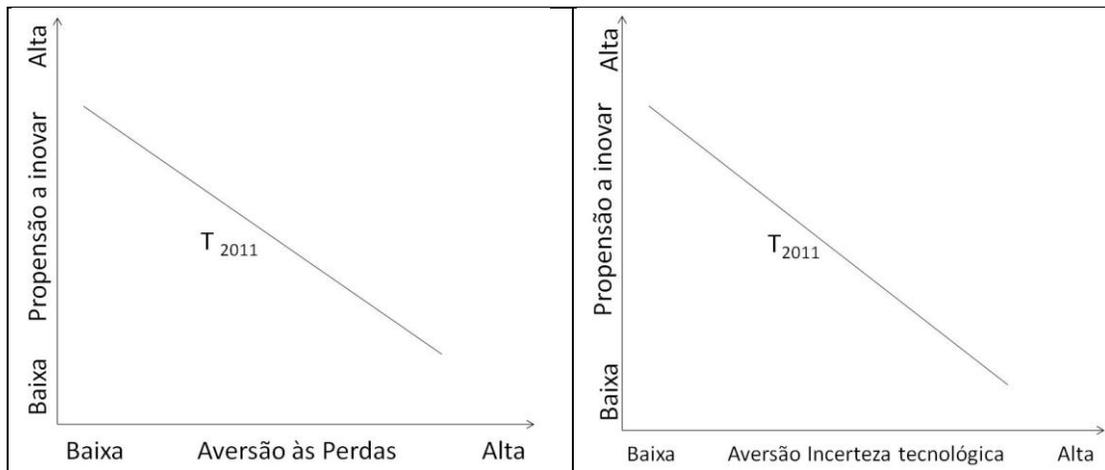
Vale esclarecer que esta é uma análise do presente com relação ao futuro e as hipóteses são aceitáveis dependendo do contexto histórico de cada época. A existência de inovações depende da incerteza tecnológica do momento, e da resposta, ou aversões propulsadas no ambiente social, político e institucional.<sup>25</sup>

De qualquer forma, a possibilidade de inovar se deve graças aos investimentos em P&D em resposta à demanda (Primeira hipótese); à falta de aversão à incerteza tecnológica (Segunda hipótese); e, ao apetite das firmas por aprendizado tecnológico acima das possíveis ameaças do mercado externo (Terceira hipótese). Se um empreendimento estiver sujeito a alta incerteza e tiver elevados custos (riscos) de inovação, então quem pode aproveitar oportunidades de expansão serão agentes com capacidade prospectiva e propensão a inovar.

---

<sup>25</sup> Um estudo sobre as mudanças no ambiente organizacional e as estratégias dos empresários na China demonstrou empiricamente que pode existir correlação positiva e também negativa entre incerteza e aversão, todo depende do tipo de incerteza e do espírito empresarial de cada época. Nos últimos 30 anos, o ambiente de negócios na China tornou-se menos repressivo ou controlador das atividades empresariais. As reformas políticas e econômicas influenciaram a vontade dos empresários a tomar decisões inovadoras e com preferência ao risco (Tan, 2005). No ano de 1990, época de grandes revoluções civis, o nível de incerteza no ambiente era inversamente proporcional à vontade das firmas de se comprometer com negócios arriscados e promoção à inovação. Essa situação virou quando a China ingressou na Organização Internacional do Comércio no ano de 2002. O ambiente de incerteza já não estava mais sujeito às mudanças no ambiente político interno, e sim à conjuntura do comércio internacional. Depois de 2002, sob incerteza política reduzida, existia maior incerteza sobre o mercado. Mesmo assim, as firmas chinesas tornaram-se menos avessas ao risco e mais propensas à inovação.

Figura 8 Correlações hipotéticas entre aversão ao risco e à incerteza e propensão à inovação



Fonte: Elaboração própria

A Figura 8 ilustra as correlações hipotéticas formuladas. Resta verificar empiricamente quais são as perspectivas de mudança tecnológica das firmas de automação industrial conforme o cenário econômico e tecnológico internacional recente.

## 4. Metodologia e resultados

O objetivo deste capítulo é apresentar a metodologia e testar as hipóteses formuladas com base na percepção das firmas sobre o risco, a incerteza e a influência do ambiente em que as firmas estão inseridas. A metodologia *Probit* é usada para avaliar a probabilidade de que uma firma decida promover atividades de P&D dada sua estrutura interna e sensibilidade ao ambiente externo. Será considerado como variável de controle o tamanho e a origem de capital das firmas.

A análise está baseada nos resultados de questionários aplicados a firmas que atuam no setor de automação e instrumentação industrial e que apresentam interesse de prover bens e serviços à IBPG. O questionário foi aplicado via *online* e divulgado entre 5700 firmas no Brasil por intermédio da plataforma de informação industrial NEI.<sup>26</sup> Outras 276 empresas estrangeiras foram contatadas com base em dados obtidos do diretório *subsea.org*. No total 79 empresas (73 brasileiras e 6 estrangeiras) participaram do estudo manifestando interesse em fornecer à IBPG.<sup>27</sup>

### 4.1. Base de dados

A maioria das firmas brasileiras é micro e pequenas empresas -MPE- (85%) concentradas na região sudeste (69%) e sul (17%) do Brasil. As firmas estrangeiras são da Noruega, Dinamarca, França, Suíça e Estados Unidos. Cinco das seis firmas estrangeiras são de médio e grande porte. Em geral as grandes empresas foram constituídas há mais de 40 anos, enquanto as microempresas foram constituídas nos últimos 11 anos. O tamanho das firmas, em função do faturamento registrado, é proporcional ao seu número de funcionários. O grau de diversificação, medido em função da diversidade de produtos, foi mais alto entre as firmas de médio e grande porte e mais baixo entre as microempresas (Tabela 8). Do total das firmas, 54% são importadoras e 21% exportadoras. A maior parte das MPE é importadora e

---

<sup>26</sup> [www.nei.com.br](http://www.nei.com.br)

<sup>27</sup> Para a determinação do tamanho de uma amostra, foi definido um 10% como erro amostral tolerável, e usada a seguinte fórmula:  $n_0 = \frac{1}{E_0^2}$ , onde  $n_0$  é a primeira aproximação do tamanho da amostra e  $E_0^2$  é o erro amostral tolerável. A primeira aproximação do tamanho da amostra foi 100.

quase a totalidade das grandes empresas exporta. Aproximadamente, 25% do total de empresas não importam nem exportam.

**Tabela 8 Perfil da amostra de firmas**

Atividade		Micro empresa (f < 2.400)*	Pequena (2.400 > f < 16.000)	Media (16.000 > f < 90.000)	Media-grande e grande (f > 90.000)	Total				
Total empresas	Brasileiras	51	18	2	2	73				
	Estrangeiras	0	1	2	3	6				
Total Empresas		51	19	4	5	79				
Ano de fundação (média) das firmas		2000	1994	1996	1964	1996**				
Funcionários (média)		9	54	370	1620	141**				
Grau diversificação(1-9)		2,77	4	3,66	6	3,32**				
Atividade	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export	Import	Export
Fabricante não distribuidora	3	2	2	3	1	1	1	1	7	7
Distribuidora não fabricante	9	1	4	1	0	0	0	0	13	2
Fabricante e Distribuidora	13	1	10	3	0	1	0	3	23	8
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>43</b>	<b>17</b>

\*f = faturamento no último ano. Classificação segundo a FINEP

\*\* Valores médios

As firmas brasileiras são otimistas sobre o crescimento atual da demanda dos seus produtos e serviços no mercado brasileiro.<sup>28</sup> A opção mais provável de expansão para as firmas seria por meio de parcerias e alianças, ou através da expansão de instalações da empresa. 12 das 79 empresas procurariam expandir-se por meio de fusões ou aquisições, das quais 8 são micro e pequenas empresas, e 4 grandes empresas. A maioria das empresas deseja integrar-se verticalmente, sendo que as fabricantes apresentam interesse de adquirir matérias primas e oferecer serviços de apoio técnico. As prestadoras de serviços, no entanto, desejam incursionar em atividades de fabricação.

Do total de empresas, 45% têm sido fornecedoras de bens e serviços para a indústria (nacional e internacional) de petróleo e gás natural; 15% delas consideram esta indústria como o seu principal cliente. Para participar em projetos científicos e tecnológicos

<sup>28</sup> Ver detalhes no Anexo 2

relacionados à Indústria Brasileira de Petróleo e Gás Natural a maior parte das firmas (80%) exigiria como garantia a realização de compras futuras por parte da IBPG. Cerca de 50% das firmas estariam dispostas a fazer investimentos de longo prazo com a IBPG.

#### **4.2. Resultados e análises**

Nestas estimativas supõe-se que tanto o perfil quanto as expectativas de mercado e perspectivas tecnológicas que as empresas manifestam incidem sobre a probabilidade de elas investirem em atividades de P&D.

Levando em consideração que 88% das firmas é MPE, as estimativas e análises são realizadas de forma separada para este grupo de empresas (Tabela 9). Dessa forma foi possível observar que as MPEs apresentam igual (inclusive um pouco maior) probabilidade de realizar atividades em P&D (54%), em comparação com o grupo total de firmas (51%).<sup>29</sup> Essa probabilidade está mais fortemente correlacionada com o fato de serem fabricantes e prestadoras de serviços. Para o grupo de MPEs a realização de exportações influencia em até 30% a prática de P&D. Ter um portfólio diversificado influencia de forma positiva as chances de realizar P&D.

O interesse das firmas por realizar fusões e aquisições relaciona-se positivamente com a probabilidade de realizar P&D. Em particular, as MPEs deparam-se com uma probabilidade de 50% de realizar P&D se fossem expandir suas atividades por meio de fusões e aquisições. Teoricamente, a fusão entre firmas menores, ou que ingressaram recentemente no mercado, pode habilitá-las a superar rapidamente as desvantagens de seu menor tamanho.<sup>30</sup> O fato de realizar parcerias ou alianças poderia influenciar em até 28% a probabilidade de P&D, mas nesta estimativa essa variável não tem significância estatística.

---

<sup>29</sup> Tendo em conta o erro de estimação amostral, essa probabilidade pode estar 10% acima ou abaixo do valor verdadeiro do parâmetro.

<sup>30</sup> Se as fusões têm sido uma causa de dominância e concentração do mercado, elas às vezes têm sido igualmente uma “causa” do subsequente enfraquecimento dessa dominância (Penrose, 1959, p. 352)

Tabela 9 Estimações modelo *Probit*<sup>31</sup>

Total FIRMAS			MPE			
y = Pr(expped) (predict) = 0.51360612			y = Pr(expped) (predict) = 0.5400942			
Variável	Dy/dx <sup>1</sup>	Parâmetro Estimação p*	Variável	Dy/dx	Parâmetro Estimação p*	
Micro e Pequena Empresa	0.454212	0.016**				
Fabricante	0.4220079	0.006*	Fabricante	0.4358575	0.005*	
Distribuidora	-0.183166	0.366	Distribuidora	-0.0825113	0.700	
Prestadora	0.5208341	0.001*	Prestadora	0.5486248	0.001*	
Exportadora	0.2757543	0.147	Exportadora	0.3030612	0.090***	
Portfólio Diversificado	0.1523841	0.038**	Portfólio Diversificado	0.1265889	0.089***	
Expande sozinha	0.0945326	0.573	Expande sozinha	0.0980605	0.566	
Fusão ou aquisição	0.4396387	0.009*	Fusão ou aquisição	0.5040926	0.000*	
Parceria e Aliança	0.2254051	0.222	Parceria e Aliança	0.2821729	0.136	
<b>Hipótese 1</b>	Expectativa demanda	-0.253626	0.103	Expectativa demanda	-0.2404758	0.134
<b>Hipótese 2</b>	Incerteza Tecnológica	-0.3341147	0.061**	Incerteza Tecnológica	-0.3529516	0.034**
<b>Hipótese 3</b>	Importadora	-0.4939893	0.003*	Importadora	-0.4907129	0.003*

<sup>1</sup> (\*) dy/dx é o efeito marginal de uma variável dummy (entre 0 e 1) sobre a probabilidade de resposta binária (0 ou 1)

\*significativo com p<0,01; \*\* significativo com p<0,05; \*\*\*significativo com p< 0.10

O total de firmas brasileiras é otimista sobre o crescimento da demanda dos seus produtos e serviços no mercado brasileiro. Porém essas perspectivas não têm relação significativa com o interesse de realizar atividades de P&D. Esse resultado contradiz a primeira hipótese deste estudo baseada no argumento teórico de que “a taxa de crescimento do mercado exerce uma influência positiva sobre a propensão a inovar” (Dosi, 1988a).

A maior parte das firmas brasileiras percebe uma velocidade acelerada de difusão e adoção de inovações tecnológicas feitas por agentes fora do Brasil. Essa percepção é usada como *proxy* da incerteza tecnológica percebida pelas firmas.<sup>32</sup> Ao inserir esse *proxy* no modelo, é possível observar que quanto maior a incerteza tecnológica menor é o interesse das firmas de realizar investimentos em P&D. Essa estimativa permite afirmar que as firmas do segmento de automação não têm capacidade prospectiva de inovar e confirma a segunda hipótese de que “se uma firma percebe um ritmo acelerado de adoção e difusão tecnológica,

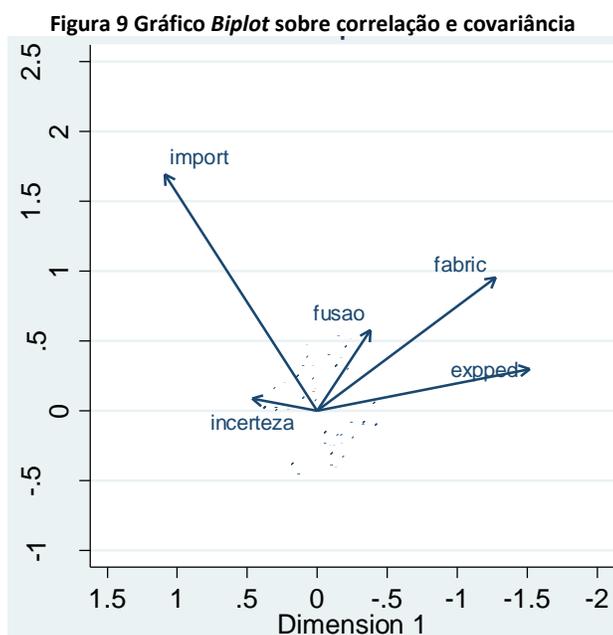
<sup>31</sup> Detalhes do modelo *probit* e da prova de ajuste de bondade ver anexo 3.

<sup>32</sup> A incerteza tecnológica não somente é reduzida e influenciada pelas bases de conhecimento científico próprio ou dominado pela firma, ela também pode ser agravada ou incrementada pelo ritmo de adoção e difusão tecnológica via importações. Logo, além do conhecimento científico, é fundamental a informação sobre desenvolvimento tecnológico dos concorrentes e tendências do mercado.

ela provavelmente irá adiar seus esforços de inovação ou mesmo renunciar a inovar” (Rosenberg, 1996).

O segundo capítulo deste estudo indica que as firmas brasileiras do segmento em questão têm sido importadoras líquidas durante os últimos anos. Tendo isso em consideração, o modelo aqui desenvolvido confirma que realizar importações continua sendo um obstáculo à inovação, pois reduz em quase 50% as chances das empresas realizarem P&D, o que comprova a terceira hipótese formulada no capítulo anterior.

Para complementar a interpretação dos resultados, a Figura 9 (*biplot*) permite observar as relações existentes entre variáveis, entre observações, e entre variáveis e observações. O gráfico *biplot* inclui somente as variáveis que apresentaram relação significativa nos modelos *probit* (Figura 9). A nuvem de pontos está aglutinada isso significa que existe similaridade entre as observações, ou seja, características e respostas similares entre as firmas. A longitude dos vetores representa a magnitude das variáveis. O ângulo entre os vetores representa a correlação entre as variáveis; quanto menor for o ângulo entre as variáveis maior a correlação positiva entre elas. Se o ângulo for maior que 90° existe correlação negativa.



Fonte: Elaboração Própria. Obs.: “exped” é Expectativas de realizar P&D

O gráfico permite mostrar que as firmas fabricantes vão em direção à realização de atividades em P&D. Aquelas interessadas em fusões e aquisições também estariam orientadas a realizar atividades de P&D. As firmas que importam e têm incerteza tecnológica vão em direção contrária à realização de atividades de P&D.

Contudo, os tomadores de decisão são propensos a tratar o dilema de investimento em inovação de forma singular e isolada das outras formas de investimento. Mesmo que exista otimismo sobre o crescimento da demanda no mercado brasileiro, a falta de interesse em realizar atividades de P&D define as firmas como agentes avessos aos riscos econômicos. Este fenômeno parece comum: as firmas estão sujeitas a vieses contraditórios entre otimismo imoderado e aversão ao risco inexplicável (Kahneman & Lovallo, 1993). Como resultado, as firmas confrontam-se com várias disjuntivas. Por um lado, as previsões sobre lucro e demanda são otimistas, pois estão ancoradas em planos e cenários de investimento (onda longa de crescimento) e o comportamento da demanda no Brasil. Por outro lado, ignora-se a possibilidade de agrupamento –*pooling*– e diversificação de riscos (comerciais, de mercado, tecnológicos, etc.), e por isso as decisões de investimento em projetos tecnológicos são tímidas.

Além de contrastar com as hipóteses formuladas, estas estimativas servem para estimar a probabilidade de que uma firma possa superar o risco de obsolescência tecnológica e absorver as ameaças externas indo em direção à diversificação tecnológica ou aproveitamento de economias de escopo e de escala. Inovação não é somente uma resposta reativa as pressões externas, é também uma resposta antecipada ou proativa a um desafio tecnológico interno.

## **5. Discussão**

Este capítulo tem o objetivo de apresentar as estratégias de gestão de riscos que leva uma firma da percepção de oportunidades tecnológicas a esforços inovadores concretos. Duas estratégias são abordadas. A primeira expõe a possibilidade de diversificação tecnológica e industrial. A segunda apresenta as implicações de fortalecer a relação usuário-fornecedor entre o segmento fornecedor de automação e a IBPG. Por último são discutidas algumas implicações do risco e da incerteza na busca de eficiência e eficácia das inovações tecnológicas.

### **5.1. Diversificação na gestão dos riscos da inovação**

Dentro da análise tradicional de gestão do risco financeiro, a diversificação é a principal ferramenta contra a volatilidade dos retornos esperados. Ainda que a diversificação não seja garantia para eliminar a probabilidade de perda, pelo menos é uma forma de evitar perder tudo de uma vez só (Bernstein, 1998, p. 336).

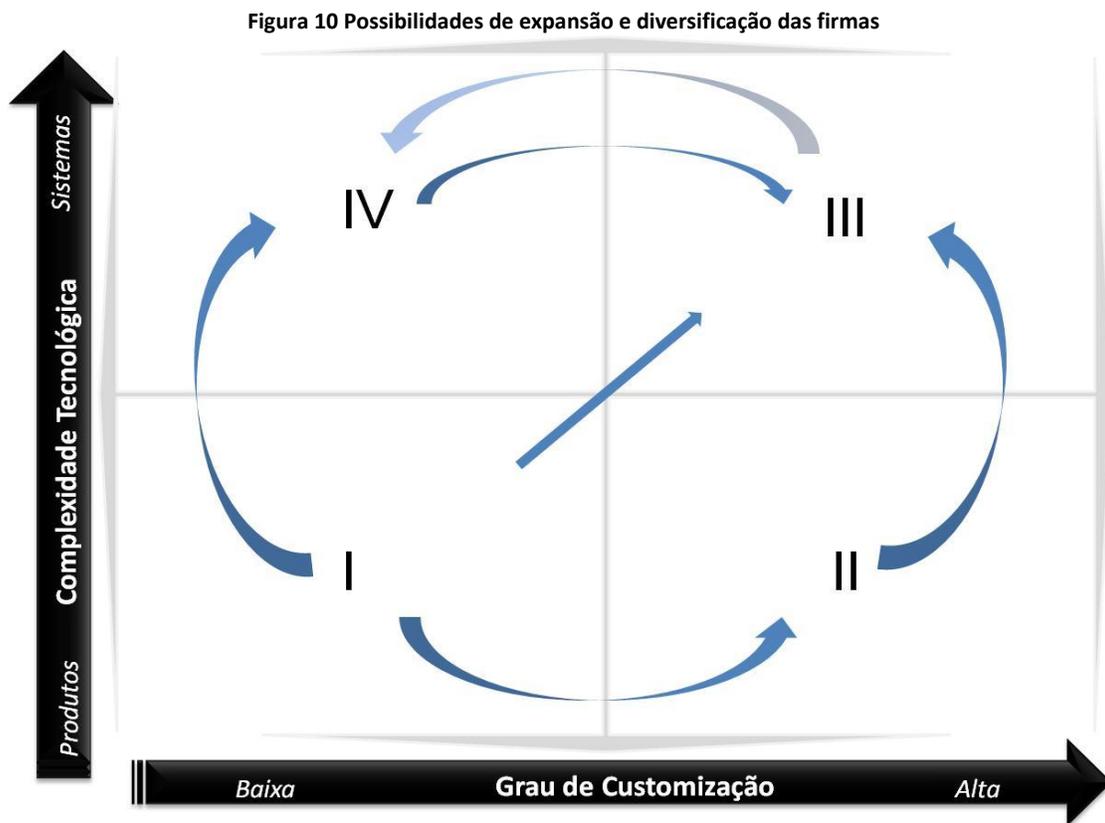
Na teoria econômica, a diversificação de atividades refere-se à difusão da produção ou integração que acompanha o crescimento “eficiente” das firmas. A produção “eficiente” de determinados produtos é o critério dos economistas para definir um desempenho satisfatório, assim como a principal justificativa para ampliar o tamanho das firmas (Penrose, 1959, p. 170). A diversificação sugere aos investidores desenvolver técnicas de gestão via novos produtos, novos mercados e novas tecnologias, sem abandonar completamente suas antigas linhas de produtos. As firmas mais bem sucedidas e altamente eficientes são amplamente diversificadas, produtoras de muitas mercadorias, extensivamente integradas e sempre dispostas a adotar novos produtos (Ibid., cap. 7).

Em princípio, a diversificação supõe a expansão da firma em uma atividade produtiva ainda inexplorada. A empresa pode avançar em novas direções a partir de duas dimensões, base tecnológica e mercados usuários, da forma seguinte:

- I. Ingressar em novos mercados sob a mesma base tecnológica;
- II. Expandir-se no mesmo mercado sob a mesma base tecnológica;

- III. Expandir-se no mesmo mercado com diferente base tecnológica;
- IV. Ingressar em novos mercados com diferente base tecnológica<sup>33</sup>.

A trajetória tecnológica que a firma pode seguir estará definida pela orientação e velocidade das suas atividades de expansão (Figura 10). A orientação da diversificação estará definida pelo tipo de atividade que uma firma decida estender, por exemplo: fabricação, pesquisa e desenvolvimento, distribuição, ou serviços de apoio técnico. A velocidade dependerá do modo mais plausível de expansão, por exemplo: ampliação das instalações ou serviços da empresa, parcerias ou acordos de cooperação tecnológica, fusões e aquisições. A ordem exposta determina também a velocidade, ou seja, uma firma que decida sozinha expandir a sua capacidade instalada irá diversificar-se em uma velocidade menor do que se fizer através de uma parceria. Realizar fusões e aquisições sempre será o caminho mais rápido para se diversificar (Ibid., p. 222).

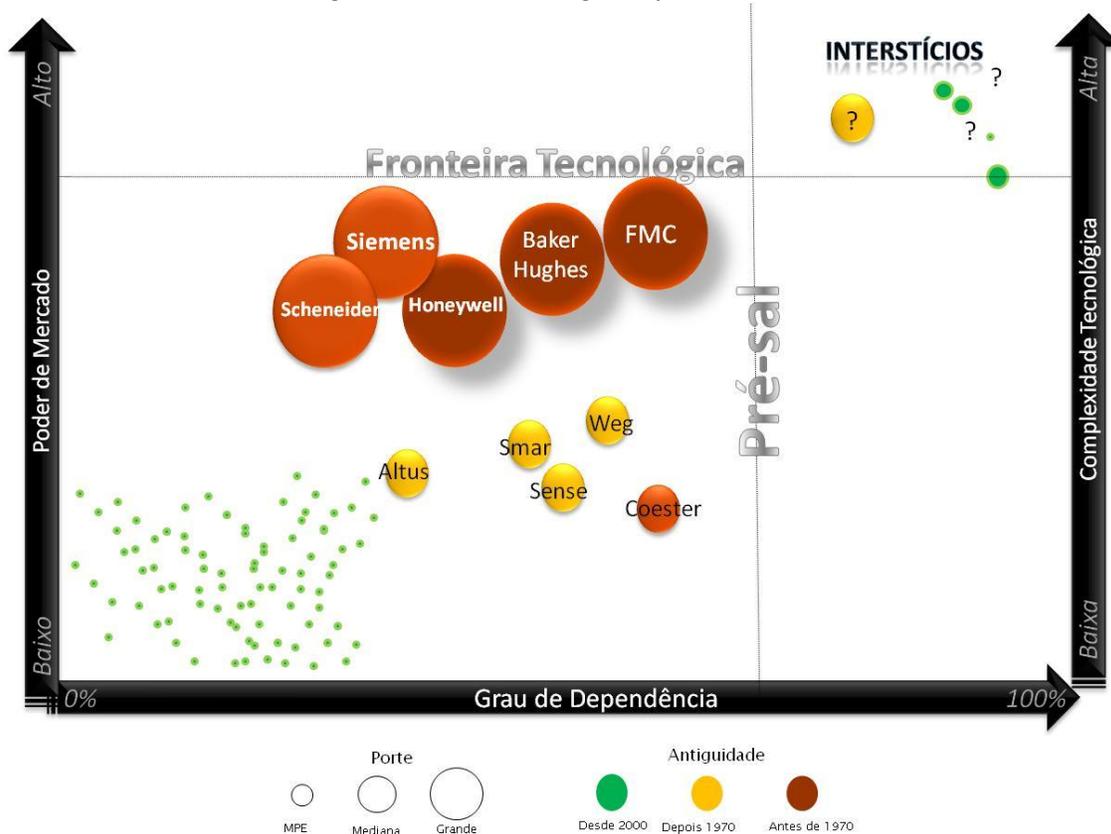


Fonte: Elaboração própria. Interpretação do modelo de Penrose (1959)

<sup>33</sup>Estas coordenadas são uma interpretação da proposta teórica de Edith Penrose (1959, Cap.7) e de Carlota Perez (1985).

A maior parte das firmas brasileiras de automação é Micro ou Pequenas Empresas. Eles fornecem bens e serviços de base tecnológica madura (Figura 11). Aproximadamente 5 empresas brasileiras de meio porte fornecedoras da Petrobras oferecem instrumentos de automação focados em sistemas de informação padrão (SCADA, CLP). Aproximadamente 4 empresas de grande porte, todas elas estrangeiras, dominam tecnologias mais sofisticadas e fornecem sistemas de automação de informação (hardware e software), automação mecânica e de fluxo de materiais integrando-se em varias fases da cadeia produtiva de petróleo e gás. Estas firmas ostentam alto poder de mercado no Brasil.

Figura 11 Fronteira tecnológica e oportunidades do Pré-sal

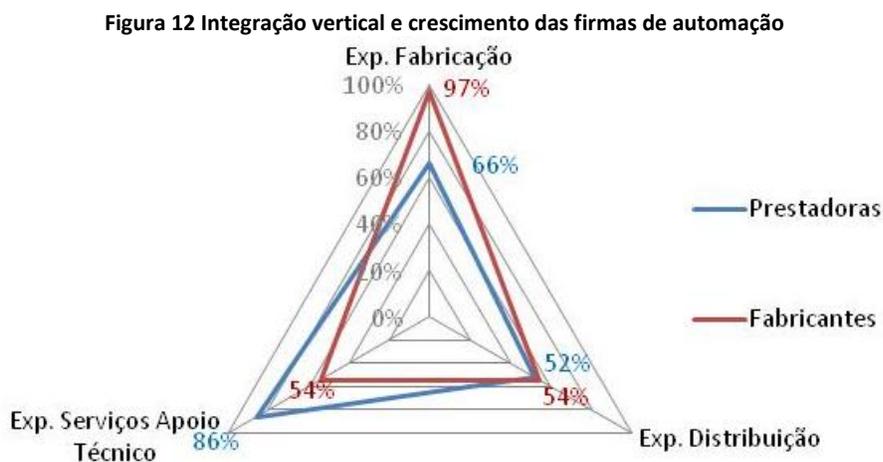


Fonte: Elaboração Própria

No caso analisado, embora exista tecnologia para atuar em águas profundas, ainda não existem no mercado tecnologias que permitam a produção sob as condições geológicas do Pré-sal. Isso abre oportunidades de crescimento das firmas fornecedoras ou até o ingresso de

novas empresas.<sup>34</sup> Se o ciclo econômico for acompanhado pela criação de novos ramos de atividades e de novas tecnologias cujos princípios não estão sob o controle das grandes firmas já existentes, então haverá *interstícios* (oportunidades) para o ingresso de novas e pequenas firmas, e entre elas, as mais dotadas e de criação mais precoce podem conquistar uma posição dominante. (Penrose, 1959, p. 331).

As estratégias de expansão no mercado começam pela integração vertical ou “*upgrade funcional*” que permite ampliar a atuação da empresa no mercado. Uma forma de isso acontecer seria transformar uma empresa prestadora de serviços em supridora de equipamentos.<sup>35</sup> Entre as firmas fabricantes do segmento de automação 97% têm planos de integrar-se para trás, enquanto 54% têm interesse de expandir suas atividades de distribuição e serviços de apoio técnico. Entre as prestadoras de serviços, 66% planejam incursionar em atividades de fabricação, enquanto 85% desejam integrar-se para frente através de serviços de apoio técnico (Figura 12).



Fonte: Elaboração Própria

Se as firmas do setor de automação desejarem avançar em busca de maior sofisticação e complexidade tecnológica, então elas deverão estar dispostas a realizar empreendimentos

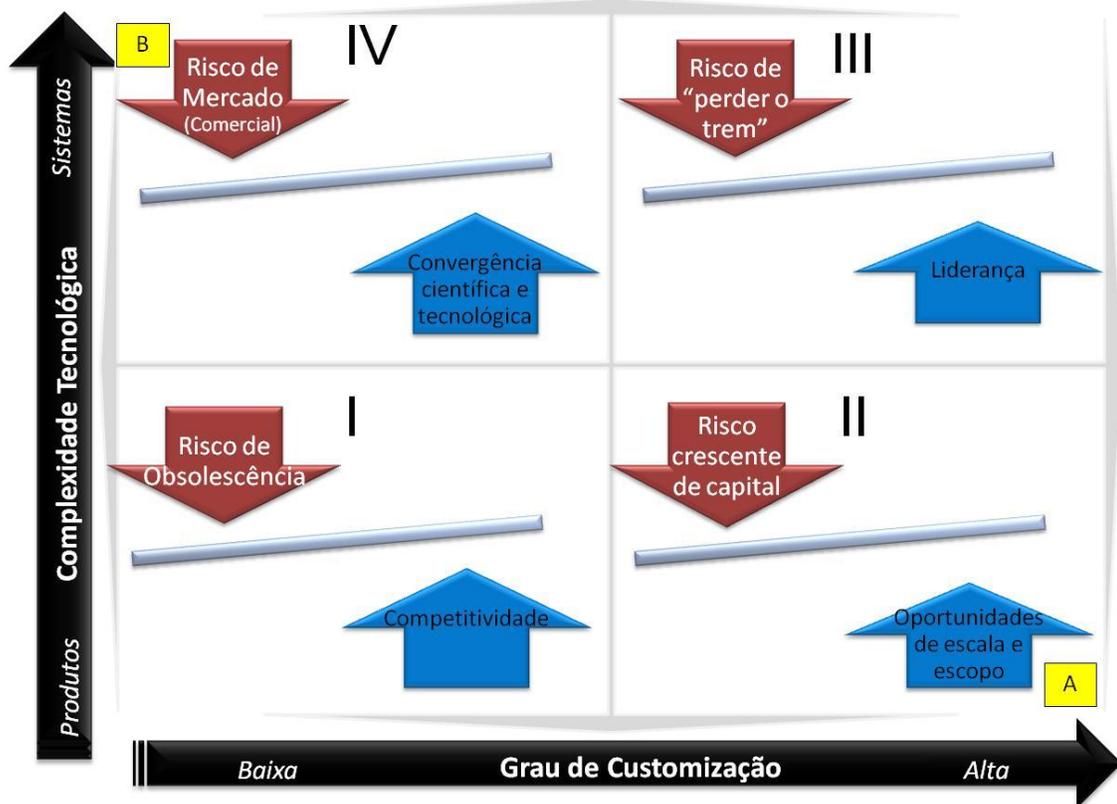
<sup>34</sup> Contudo, as vantagens competitivas das firmas mais antigas e de maior porte trazem riscos de concentração que resultam, em parte de fusões e aquisições e em parte, do fato de as grandes firmas erguerem barreiras à entrada de concorrentes menores. (Ibid., p. 331)

<sup>35</sup> Em teoria, uma firma pode integrar-se “para trás”, passando a produzir itens que anteriormente comprava a terceiros, e integrar-se “para frente”, começando a gerar novos produtos (incluindo serviços de distribuição e apoio técnico) e aproximando a cadeia produtiva dos consumidores finais (Penrose, 1959, p. 225).

ousados tecnologicamente sem depender de especificações técnicas de um cliente em particular e sim da exploração de bases tecnológicas mais sofisticadas. Se as firmas desejarem especializar-se na produção de bens e serviços para a IBPG, então elas deverão estar dispostas a realizar melhoras sobre uma base tecnológica já madura e oferecer soluções aos problemas tecnológicos formulados pela Petrobras.

A Figura 13 ilustra as oportunidades e riscos de projetos tecnológicos. Sobre o eixo vertical, conforme o conhecimento tecnológico vai aumentando e tornando-se cada vez mais complexo, ele cria oportunidades de expansão em outros mercados. O eixo horizontal mostra o espaço de oportunidades de expansão em um mesmo mercado, seja por meio do aproveitamento de economias de escala e/ou escopo.

Figura 13 Oportunidades e riscos da inovação tecnológica



Fonte: Elaboração Própria baseado em De Oliveira & Roa, 2011

A diversificação será uma estratégia efetiva na medida em que se faça uma combinação equilibrada das estratégias de expansão sem chegar aos extremos. A busca de uma forte posição de mercado sem competência tecnológica (ponto A) é tão arriscada quanto uma

forte competência tecnológica acompanhada de fracas aptidões de comercialização (Ponto B).

A combinação das duas dimensões (complexidade tecnológica e grau de customização) gera quatro espaços de inovação tecnológica, cada uma com riscos e oportunidades diferentes.

- I. No primeiro quadrante da Figura 13, as oportunidades produtivas são definidas pelo próprio processo de criação da demanda. Nesse sentido, a possibilidade de ingressar em novos mercados sob a mesma base tecnológica apenas exige esforço em novas técnicas de comercialização (*marketing*) e vendas. As MPEs brasileiras de automação encontram-se na fronteira entre o primeiro e segundo quadrante. Estas empresas enfrentam o risco de obsolescência tecnológica. Este risco está relacionado à vulnerabilidade das tecnologias maduras para tecnologias emergentes que apresentam oportunidades de expansão em outros mercados.
  
- II. No segundo quadrante, as firmas podem expandir-se no mesmo mercado sob a mesma base tecnológica, o que pode derivar do desenvolvimento de inovações incrementais. A partir de relações estreitas com seus clientes, a firma pode crescer por um período considerável, dependendo da sua competitividade por diferenciação de seus produtos, sem ser hostilizada pelos riscos comerciais, pois estes são cobertos pelos clientes que as firmas lograram conquistar. No entanto, se houver uma oportunidade de produção em maior escala, os planos de expansão dessas firmas serão restringidos por riscos crescentes de capital <sup>36</sup>.

As firmas do segmento de automação podem deslocar sua produção para satisfazer a demanda da IBPG. Porém, a oportunidade de expandir a produção neste segmento não está limitada à produção em grande escala ou em grande volume de produtos idênticos. A produtividade do segmento de automação industrial está definida por um portfólio diversificado de produtos de baixo volume e alta qualidade. Dessa forma, existe espaço para que firmas menores atinjam níveis de alta produtividade com "economias de especialização",

---

<sup>36</sup>Na medida em que uma firma aumenta seus investimentos, os riscos de incorrer em perdas vão se tornando mais sérios com cada incremento de suas inversões (Kalecki, 1937).

que não necessariamente depende de grande escala, senão da alta qualidade ou sofisticação dos seus produtos (Perez, 1985).

- III. No terceiro quadrante, a preocupação por desenvolver uma inovação tecnológica com maior abrangência enfrentaria não somente riscos de capital crescente, mas também de incerteza tecnológica elevada. As oportunidades de expansão das firmas que lograram alta especialização e sofisticação tecnológica podem levar a indústria brasileira a reduzir o hiato tecnológico (*catching up*)<sup>37</sup> e pular (*forging ahead*) além da fronteira tecnológica. A questão por resolver é se as firmas são capazes de enfrentar os desafios e tirar o melhor proveito das novas oportunidades, ou se correm o risco de perder as oportunidades oferecidas pelo Pré-sal (“perder o trem”).
- IV. No quarto quadrante, estarão abertas as portas à diversificação tecnológica para aquelas firmas que se apropriem do conhecimento com princípios científicos de caráter sistêmico (i.e. cibernética) e o domínio da engenharia em sistemas tecnológicos integrados (i.e. mecatrônica). O conhecimento sistêmico e integrado é um fator chave que afeta a diversificação tecnológica das empresas. As empresas podem ampliar o leque de atividades inovadoras de uma forma não aleatória na medida em que elas diversificam suas atividades de pesquisa em áreas tecnologicamente convergentes, ou seja, que compartilham uma base comum de conhecimentos e dependem de heurísticas e princípios científicos comuns (Breschi, Lissoni e Malerba, 2003). A convergência tecnológica cria oportunidades de expansão em outros mercados.

Em síntese, expandir-se no mesmo mercado por meio de uma evolução da base tecnológica (deslocamento de I para III), ou ingressar em novos mercados com conhecimento tecnológico mais sofisticado (deslocamento de I para IV) implica necessariamente o surgimento de inovações radicais. O deslocamento do quadrante III ao IV constitui a expansão de firmas

---

<sup>37</sup>O conceito de *catching up* compreende a capacidade de firmas seguidoras de absorver técnicas e conhecimentos gerados pelas firmas líderes, de forma a permitir que aqueles “alcancem” os níveis de produtividade destas últimas e, portanto, reduzam o hiato tecnológico (e de desenvolvimento econômico) que os separa. (Lemos, et al. 2006)

nacionais ou estrangeiras altamente customizadas com tecnologia de fronteira para outros mercados (locais ou estrangeiros).

A compreensão de riscos e incertezas permite às firmas reforçar a sua capacidade prospectiva e transformar sua atitude inovadora enfocada não somente em uma indústria senão num conjunto delas onde seja possível aproveitar a convergência tecnológica. O conhecimento científico que as firmas absorvem de fontes internas ou externas pode aumentar a sua capacidade para controlar e diversificar os riscos e aumentar o apetite das firmas para a diversificação.

## **5.2. A relação usuário-fornecedor entre a IBPG e o segmento de automação**

A inovação vinda pelos usuários finais é um fenômeno importante na economia. A compreensão exata das necessidades do usuário é o fator que diferencia os projetos de inovação bem sucedidos daqueles que não chegam ao sucesso. A maior parte dos projetos de inovação bem sucedidos são produto da correta interpretação das necessidades tecnológicas e demandas específicas de um usuário em particular, e não com base em oportunidades tecnológicas suspeitas (Von Hippel, 1975).

A perfuração e produção de petróleo e gás em campos cada vez mais profundos passando pela camada de sal formula desafios tecnológicos que podem fomentar a modernização do aparato industrial brasileiro. Com base no seu poder de compras, a Petrobras pode demandar por um tempo o desenvolvimento de tecnologias mais sofisticadas no segmento de eletrônica e automação. Depois de um tempo, o segmento de automação pode ser fornecedor de outras indústrias e converter-se em veículo de sofisticação da indústria dado o seu grau de universalidade (*pervasiveness*) e flexibilidade tecnológica.

Por uma parte, a demanda tecnológica da IBPG estaria garantindo a mitigação dos riscos comerciais das firmas que decidam fazer um suprimento inovador. Sob incerteza tecnológica, as firmas fornecedoras podem-se comprometer unilateralmente com seus clientes e tentar obter benefícios recíprocos em termos de aprendizagem tecnológica. Para ter uma indústria de engenharia na vanguarda em termos de tecnologia de produção é fundamental ter empresas usuárias na fronteira tecnológica, ou seja, empresas líderes que têm competência

para formular problemas técnicos cuja solução é generalizável a um conjunto maior de problemas e de empresas (Carlsson e Jacobson, 1995, p. 248).

Através da relação de usuários líderes com fornecedores locais abre-se a possibilidade de desenvolver novas tecnologias que possam ser comercializadas mais tarde com uma gama de usuários locais de outras indústrias tecnologicamente convergentes. Se estes últimos usuários não estiverem na fronteira tecnológica, então a “possibilidade de que uma indústria consiga dominar tecnologias de ponta irá depender do usuário líder que formulou e resolveu problemas tecnológicos produto do esforço inovador dos fornecedores locais” (Carlsson, 1995). Sem tais usuários líderes não haveria base para o desenvolvimento de mercados locais, nem tampouco para manter uma onda de crescimento de longo prazo fundamentada na mitigação de riscos de comercialização e do aprendizado tecnológico dos supridores domésticos.

Contudo, para os usuários líderes com ampla capacidade de expansão não seria vital, ainda que vantajoso, ter fornecedores nacionais. Devido ao seu tamanho e liderança tecnológica, esses usuários são atraentes para qualquer fornecedor, nacional ou estrangeiro, para auxiliá-las na busca de soluções técnicas diante de novos problemas. Esse é o caso da Petrobras, dado o seu tamanho e liderança tecnológica, ela tem a habilidade para atrair uma grande rede de fornecedores para assisti-la na solução de problemas técnicos, independente da localização e dos custos de transação. Porém, existem várias razões para sugerir que a interação de firmas pertencentes a uma mesma nação poderia ser mais eficiente. Sob o espírito de Sistemas Nacionais de Inovação é fundamental manter uma distancia curta entre fornecedores e usuários tendo em conta a proximidade cultural e menores custos de transação, mais ainda quando as necessidades dos usuários são complexas e altamente variáveis (Lundvall, 1992).

No entanto, a resposta das firmas locais às demandas inovadoras do usuário líder não é direta nem automática. A produção de petróleo e a produção de bens de capital crescem de

forma paralela nos últimos tempos.<sup>38</sup> Mesmo que isso reflita o início de uma onda longa de crescimento e que existe um maior número de inovações de processo na procura de aumentos na produtividade, não é possível afirmar que exista uma relação de longo prazo entre o crescimento da IBPG com os outros segmentos industriais.<sup>39</sup> A IBPG e o segmento de automação industrial local ainda possuem uma fraca relação usuário-fornecedor. Isso é causado em parte pelas diferenças na capacidade de controle e mitigação dos riscos da inovação tecnológica, e as capacitações tecnológicas e organizacionais das empresas. No entanto, o crescimento na escala produtiva da Indústria de Petróleo e Gás Natural (IBPG) abre uma janela de oportunidades para fortalecer esse relacionamento e puxar o nível de competitividade e sofisticação de automação industrial a novos patamares.

### **5.3. Implicações do risco e da incerteza na busca de eficiência e eficácia das inovações tecnológicas**

As inovações constituem o mecanismo, por excelência, de alterar as condições do ambiente econômico e tornar cruciais as decisões de investir (Possas, 1991). Em termos tecnológicos, a inovação pode tornar alguns sistemas superiores a outros e superar as ameaças de obsolescência tecnológica. Em termos econômicos a inovação garante um espaço, ou até, poder de mercado. A probabilidade de ganho por causa das inovações tecnológicas que uma firma desenvolve determina uma margem de lucros e torna eficiente a produção. Assim, a possibilidade de evitar perdas econômicas faz das inovações um meio na busca de eficiência.

Contudo, as inovações tecnológicas são ineficazes quando os resultados obtidos diferem dos objetivos propostos. Presume-se que essa falta de eficácia é sustentada pelo grau de incerteza tecnológica na exploração de novos espaços tecnológicos, mesmo estando claros

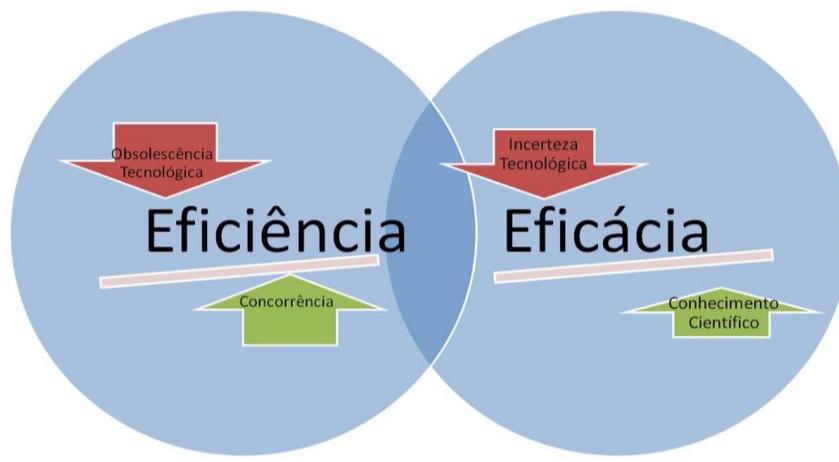
---

<sup>38</sup> Entre o período 2000- 2011 o crescimento médio anual da produção de bens de capital foi de 15% ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)). Durante o mesmo período o crescimento médio anual da produção de petróleo (em metros cúbicos) foi de 18% (Empresa de Pesquisa Energética).

<sup>39</sup> Um modelo econométrico de cointegração demonstra que durante o período de 1975-2003 existiu uma relação de longo prazo entre as produções da indústria de bens intermediários, da indústria de bens de capital e da indústria de bens de consumo. Porém, essa relação não é totalmente sustentada pela existência de mercados domésticos, ou seja, a complementaridade e coordenação de investimentos entre setores, senão pela mesma absorção da economia em geral aos choques externos (Lopes, 2005).

os objetivos de exploração. Logo, dominar bases de conhecimento científico permite reduzir a incerteza tecnológica e também aumentar a eficácia nas descobertas (Figura 14).

Figura 14 Eficiência e Eficácia das inovações tecnológicas



Fonte: Elaboração própria

Contudo, nem sempre a interseção entre eficiência e eficácia é possível. Reduzindo a incerteza tecnológica tender-se-ia a estimular inovações futuras, e, mesmo com ou sem sucesso, cria-se novo conhecimento, e o processo de inovação se auto-alimenta indefinidamente (Bewley, 1989, p. 2). Isso sugere que, em certos momentos, um projeto tecnológico pode abrir mão da eficiência (lucro zero ou negativo) em busca de eficácia.

Ainda que os processos de mudança tecnológica e concorrência tornem endógeno o processo de inovação, existe espaço de intervenção (política), quando forças exógenas podem vir a redirecionar a mudança tecnológica. A resposta do sistema tecnológico a ditas forças externas pode ser entendida com uma forma de acoplamento estrutural<sup>40</sup>. Sob uma base de conhecimento (incerteza tecnológica) e dinâmica da concorrência é possível distinguir três tipos de acoplamentos. O primeiro origina-se pelo desgaste “natural” das instalações tecnológicas que devam ser substituídas. O segundo tipo de acoplamento vem dos riscos do uso da tecnologia pelo possível mal funcionamento e geração de danos ou perdas inesperadas. O vazamento de óleo e os danos ambientais são um exemplo disso.

<sup>40</sup> O conceito de acoplamento estrutural ou *structural drift* procede de Humberto Maturana (1996) na formulação de teorias de conhecimento e desenvolvimento humano.

Finalmente, o terceiro tipo de acoplamento vem da possibilidade de equívocos ou de erros humanos no uso da tecnologia que podem alterar o curso projetado.<sup>41</sup>

Em síntese, os argumentos anteriores permitem concluir que o comportamento inovador pode induzir endogenamente mudanças na estrutura e desempenho de uma indústria. A distinção entre forças endógenas e exógenas que geram mudança tecnológica, e o reconhecimento dos acoplamentos possíveis permite reconhecer os limites e alcance de uma política de coordenação da inovação tecnológica em uma indústria. As políticas públicas podem promover o domínio de bases de conhecimento garantindo eficácia nas descobertas, promovendo com isso a gestão de riscos de obsolescência e reduzindo a incerteza tecnológica. Ao mesmo tempo, as políticas podem impulsionar os motores da inovação via promoção (defesa) da concorrência, e, reduzindo os custos das atividades inovadoras. Por outro lado, a busca de eficácia nas inovações sugere garantir a apropriação do conhecimento (direitos de propriedade) e junto com isso, a exploração (monopolística) de rendas extraordinárias. Esta disjuntiva sugere vários questionamentos que vão além do alcance de este estudo.

---

<sup>41</sup>Outro exemplo do que quer dizer acoplamento estrutural é oferecido por fenômenos como o terremoto e tsunami no Japão em março de 2010, fato que de forma exógena cria um acoplamento e transformação do sistema energético japonês.

## 6. Conclusões

Os projetos de mudança tecnológica na IBPG requerem um comportamento inovador do segmento de automação industrial. Porém, a aversão aos riscos econômicos e à incerteza tecnológica reduz a propensão a inovar das empresas fornecedoras. Acima desses obstáculos, as perspectivas econômicas do Brasil tornam plausíveis os investimentos em inovação tecnológica e oferecem oportunidades de modernização da indústria brasileira.

Os riscos econômicos que provêm do comércio exterior alimentam a aversão a assumir riscos e coíbe o comportamento inovador das firmas brasileiras de automação industrial. O segmento de automação é um importador líquido de insumos e equipamentos. Isso provoca perda de competitividade e impede as empresas brasileiras de concorrerem no mercado internacional e oferecerem um fornecimento inovador para satisfazer as demandas tecnológicas da IBPG. As políticas industriais, ainda inspiradas em princípios protecionistas e de reserva do mercado, não geram efeitos sobre a produção local e tampouco conseguem persuadir as firmas a assumir riscos da inovação.

Não necessariamente a incerteza, e sim a aversão à incerteza, torna uma inovação irrealizável. A relação entre incerteza e aversão define a *capacidade de prospectiva* de uma firma. Este último conceito foi definido neste estudo sob a proposição de que, se uma firma possui habilidade para visar riscos e a confiança (espírito animal) para explorar novas oportunidades de negócio, então ela tem capacidade prospectiva de inovar.

Dominar bases de conhecimento científico permite reduzir a incerteza tecnológica. Quanto menor a incerteza tecnológica maior a garantia de que as inovações sejam eficazes. As políticas científicas e tecnológicas devem fortalecer as bases de conhecimento procurando o domínio de princípios científicos de caráter sistêmico e o desenvolvimento da engenharia em sistemas tecnológicos integrados. Contudo, o fato de reduzir a incerteza não garante que as firmas sejam menos avessas ao risco das inovações. Reduzir a incerteza tecnológica é uma condição necessária, mas não suficiente para promover capacidade prospectiva de inovar dos empresários.

Nossa amostra com 79 empresas brasileiras e estrangeiras permitiu estimar a probabilidade de que uma empresa do segmento de automação decida promover atividades de P&D. As estimativas evidenciaram que o ritmo de avanços tecnológicos feito por outros agentes no exterior influencia de forma negativa o interesse de realizar atividades domésticas de P&D. Realizar importações também reduz a propensão a inovar das firmas. As estimativas revelaram que tanto pequenas quanto grandes empresas têm interesse em realizar fusões e aquisições. Teoricamente, as fusões e alianças entre MPEs facilitam a realização de projetos tecnológicos e gestão de riscos entre firmas de menor tamanho. No entanto, a prática de fusões em grandes firmas traz o risco de concentração no mercado.

Eventualmente, novos investimentos na IBPG podem abrir o espaço a novos fornecedores com menor aversão ao risco e maior capacidade inovadora. O presente trabalho sugere que as MPEs podem reforçar a sua capacidade de prospectiva de inovar através da diversificação das atividades produtivas e a conquista de novos mercados onde seja possível aproveitar a convergência tecnológica. As firmas do segmento de automação podem avaliar a possibilidade de conduzir projetos tecnológicos através de acordos e contratos de transferência tecnológica com fontes internas e/ou externas. A cooperação tecnológica permitiria avançar de forma rápida na mudança tecnológica, compartilhando riscos e minimizando a incerteza tecnológica entre diversos agentes.

Fica aberta a discussão sobre a forma e o tempo necessário para que a IBPG possa suprir sua demanda tecnológica. Se as firmas brasileiras do segmento de automação permanecerem passivas às oportunidades de desenvolvimento tecnológico, então o efeito multiplicador dos investimentos da IBPG será desviado para o exterior, seja pelo comércio intra-empresa que praticam as grandes empresas estrangeiras, seja pelo fornecimento de firmas locais que importam uma grande proporção dos seus meios de produção.

Fortalecer a relação usuário-fornecedor entre a IBPG e o segmento de automação abre a possibilidade de desenvolver novas tecnologias que podem ser comercializadas mais tarde a uma gama de usuários locais de outras indústrias tecnologicamente convergentes. A Petrobras tem a capacidade prospectiva para assumir riscos tecnológicos, e como usuário

líder poderia garantir a mitigação dos riscos comerciais dos seus fornecedores. No entanto, as firmas fornecedoras devem superar a aversão de assumir os riscos inerentes à inovação.

A urgência (*timing*) da demanda tecnológica da IBPG determinará se é possível esperar o tempo de gestação das inovações nas empresas brasileiras. Para o desenvolvimento do Pré-sal é importante reconhecer uma demanda específica de longo prazo e traduzi-la para o setor de automação tendo claro o princípio de convergência tecnológica que facilite a possibilidade de expansão das firmas de automação para outros mercados.

Este trabalho foi elaborado com base na percepção das empresas que responderam a nosso questionário. Estudos posteriores devem considerar a capacidade produtiva e flexibilidade tecnológica dessas empresas, sua interação com fontes de conhecimento externo e os meios que levam as empresas realizarem esforços inovadores concretos, aspectos não considerados neste estudo.

## Referências

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. [www.abinee.org.br](http://www.abinee.org.br)

ALEM, A. C., & PESSOA, R. M. (2005). *O setor de bens de capital e o desenvolvimento econômico: quais são os desafios?*. BNDES Setorial , 71-88.

ALLAIS, P. M. (1953). *Le Comportement de L'homme Rationnelle Devant le Riske: Critique des Postulats et Axiomes de L'Ecole Americaine*. *Econometrica* , 21 (4), 503-546.

ATKINSON, R. D. (2004). *The past and future of America's economy: long waves of innovation that power cycles of growth*. Edward Elgar Publishing.

BELL, D. & LATTIN, L. (2004). *Looking for Loss Aversion in Scanner Panel. The Confounding Effect of Price Response Heterogeneity*. The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania.

BERSNTEIN, P. L. (1998). *Against the gods: the remarkable story of risk*. John Wiley and Sons. 383 pp.

BEWLEY, T. F. (1989). *Market innovation and entrepreneurship: A Knightian view*. Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University , 1-45.

BNDES. *Notas preliminares sobre o desempenho competitivo da industria de bens de capital brasileira no periodo recente* . (Setembro de 2004). BNDES Setorial. Rio de Janeiro.

BOKHARI, S. & GELTNER, D. (2010). *Loss Aversion and Anchoring in Commercial Real Estate Pricing: Empirical Evidence and Price Index Implications*. Real Estate Research Institute, MIT.

BRESCHI, S., LISSONI, F., & MALERBA, F. (2003). *Knowledge-relatedness in firm technological diversification*. *Research Policy* , 32, 69-87.

CARLSSON, B. (1995). *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

CARLSSON, B., & JACOBSSON, S. (1995). What makes the automation industry strategic? In: B. Carlsson, *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation* (pp. 241-261). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

CARLSSON, B., TAYMAZ, E., & TRYGGESTAD, K. (1995). The economic impact of factory automation. In: B. Carlsson, *Technological Systems and Economic Performance: The case of factory automation* (pp. 1-495). Kluwer Academic Publishers.

COOMBS, R. (1984). *Long Waves and Labor-Process Change*. Review (Fernand Braudel Center) .

- COOMBS, R. W. (1981). *Innovation, automation and the long-wave theory*. *Futures* , 13 (5), 360-370.
- DA MOTTA e ALBUQUERQUE, E. (1996). *Sistema Nacional de Inovação no Brasil*. *Revista de Economia Política* , 16 (3), 56-72.
- DAGNINO, R. (2002). *Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: Neutralidade e Determinismo*. Acesso em 18 de Agosto de 2011, disponível em Organização de Estados Iberoamericanos, OEI - Programación- CTS+I - Sala de lectura. <http://www.oei.org>
- DAVIDSON, P. (1991). *Is Probability Theory Relevant for Uncertainty? A Post Keynesian Perspective*. *The Journal of Economic Perspectives* , 5 (1), 129-143.
- DAVIDSON, P. (1982). *Rational Expectations: a fallacious foundation for studying crucial decision making process*. *Journal of Post Keynesian Economist* , 5 (2).
- DE OLIVEIRA, A. (2008). *Indústria Para-Petrolífera Brasileira: Competitividade, Desafios e Oportunidades*. Relatório Final , PROMINP. (A. De Oliveira, Compilador)
- DE OLIVEIRA, A., & ROA, D. (2011). *Innovation in the Brazilian Oil Industry: From Learning by Doing to the Prospective Capacity to Innovate*. (Mimeo).
- DELBEKE, J. (1981). *Recent long-wave theories: A critical survey*. *Futures*, Elsevier Research Policy .
- DEQUECH, D. (1999). *Expectations and Confidence Under Uncertainty*. *Journal of Post-Keynesian Economics* , 21 (3), 415.
- DEQUECH, D. (2000). *Fundamental Uncertainty and Ambiguity*. *Eastern Economic Journal* , 26 (1), 41-60.
- DOSI, G. (1988a). *Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation*. *Journal of Economic Literature* , XXVI (3), 1120-1171.
- DOSI, G., ORSENIGO, L., & SILVERBERG, G. (1988b). *Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organisation Model*. *The Economic Journal* , 98 (393), 1032-1054.
- ELLSBERG, D. (1961). *Risk, Ambiguity and the Savage Axioms*. *The Quarterly Journal of Economics* , 75 (4), 643-669.
- FERRERO ZUCOLATO, G. (2004). *Inovação Tecnológica na Indústria Brasileira: Uma Análise Setorial*. São Paulo: USP. Dissertação de Mestrado.
- HARDIE, B., JHONSON, E. & FADER P. (1993). *Modeling Loss Aversion and Reference Dependence Effects on Brand Choice*. *Marketing Science*. Vol. 12. No. 4.
- IPEA. (2002). *Nota Técnica: Coeficientes de Importação e Exportação na Indústria*. IPEA. Boletim de Conjuntura.

- IPEA. (2010). *Transformações na Concorrência, Estratégias da PETROBRAS e Desempenho dos Grandes Fornecedores de Equipamentos Subsea no Brasil*. CONVÊNIO PETROBRAS/ IPEA Nº 03686
- KAHNEMAN, D., & LOVALLO, D. (1993). *Timid Choices and Bold Forecasts: A Cognitive Perspective on Risk Taking*. *Management Science*, 39 (1), 17-31.
- KAHNEMAN, D., & TVERSKY, A. (1979). *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*. *Econometrica*, 47 (2), 263-292.
- KALECKI, M. (1937). The Principle of Increasing Risk. *Economica, New Series*, 4 (16), 440-447.
- KNIGHT, F. H. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Washington D.C.: Beard Books.
- KVAAL, S. (2009). *Hooked on a New Technology: The Automation Pioneers in Post-War Norway. Modeling, Identification and Control*, 30 (3), 87-100.
- LANGLOIS, R. N., & EVERETT, M. J. (1992). *Complexity, Genuine Uncertainty, and the Economics of Organization*. *Human Systems Management*, 11 (2), 67-75.
- LEMOS, M., CAMPOS, B., BIAZI, E., & SANTOS, F. (2006). *Capacitação Tecnológica e Catching Up: O caso das regiões metropolitanas emergentes brasileiras*. *Revista Economia Política*, 95-118.
- LOPES, L. T. (2005). *Modelo de Big Push e Externalidades Intersectoriais: Uma Análise de Cointegração da Economia Brasileira*. *Revista ANPEC*.
- LUHMANN, N. (2002). *Riesgo ambiental y política*. En O. Höffe, & J. Isensee, *Panorama de Filosofía Política*. Tubinga-Bonn, Alemanha: Konrad Adenauer Stiftung.
- LUNDEVALL, B.-Å. (1992). *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Anthem Press.
- MAS-COLELL, A., & WHISTON, M. D. (1995). *Microeconomic Theory (Capítulo 6)*. New York: Oxford University Press.
- MATURANA, H. (1996). *La realidad: objetiva o construida?: I. Fundamentos biológicos de la realidad*. Ciudad de Mexico: Nueva Ciencia.
- MOTOYAMA, S., NAGAMINI, M., ASIS DE QUEIROZ, F., & VARGAS, M. (2004). *Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil*. EdUSP.
- NASSIF, A. (2000). *O Complexo Eletrónico Brasileiro*. In: BNDES, 50 anos do BNDES.
- NOBLE, D. (1986). *Forces of production: a social history of industrial automation*. Oxford University Press.
- OGP – International Association of Oil and Gas Producers. (2010). *Instrument & automation standards and committees International Oil & Gas Industry*. Report No. 427, July 2010

- PENROSE, E. (1959). *A Teoria do crescimento da firma*. Campinas SP: Editora da Unicamp.
- PEREZ, C. (1985). *Microelectronics, Long Waves and World Structural Change: New Perspective for Developing Countries*. *World Development* , 13 (3), 441-463.
- PETROBRAS, [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)
- PITCE. (2003). Política industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.
- PINTEC (2008). Pesquisa de Inovação Tecnológica. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- POSSAS, M. (1991). Concorrência, Inovação e Complexos Industriais: Algumas questões conceituais. *Cadernos de Ciência & Tecnologia* , 8 (1/3), 78-97.
- PROCHNIK, V. (2011). *A Competitividade dos Segmentos de Instrumentação e Medição, Automação e Equipamentos para Telecomunicações Corporativas no Fornecimento da Cadeia Brasileira de Petróleo e Gás Natural*. Relatório Preliminar, PROMINP.
- ROSARIO, J. M. (2009). *Automação Industrial*. Baraúna SE Ltda.
- ROSENBERG, N. (1982). *Inside the black box: technology and economics* . Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- ROSENBERG, N. (1996). *Uncertainty and Technological Change*. In: R. Landau, T. Taylor, & G. Wright, *The mosaic of economic growth* (p. 460). Stanford University Press.
- SCHUMPETER, J. A. (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Company.
- SIMON, H. A. (1955). *A behavioral model of rational choice*. *Quarterly Journal of Economics* , 69, 99-118.
- Statistical Review of World Energy. 2011.  
<http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481>
- TAN, J. (2005). *Venturing in turbulent water: a historical perspective of economic reform and entrepreneurial transformation*. *Journal of Business Venturing* , 20, 689-704.
- TVERSKY, A., & KAHNEMAN, D. (1991). *Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model*. *The Quarterly Journal of Economics* , 106 (4), 1039-1061.
- VON HIPPEL, E. (1975). *The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process*. MIT Libraries , pp 1-44.

## Anexo 1 - Certificações e Normas Internacionais na área de automação e instrumentação

<b>Organizações e Redes de Criação e Emissão Internacional</b>	
1	AGA American Gas Association
2	ASME American Society of Mechanical Engineers
3	ANSI American National Standards Institute
4	API American Petroleum Institute
5	ASCI Automation Standards Compliance Institute
6	ASM Abnormal Situation Management Consortium
7	BCS British Computer Society
8	BS British Standards
9	BSC British Computer Society
10	CEN European Committee for Standardization
11	CENELEC European Committee for Electrotechnical Standardization
12	CFR Code of Federal Regulations (US)
13	CRE API Committee for Refining Equipment
14	CSA Canadian Standards Association
15	DNV Det Norske Veritas (Norway)
16	DIN German Institute for Standardization
17	EC European Commission
18	EEMUA Engineering Equipment & Materials Users' Association
19	EIA Electronics Industries Association
20	EMC Electromagnetic compatibility
21	EN European Norm
22	FCI Fluid Controls Institute (US)
23	FDT Field Device Type
24	HCF HART Communication Foundation
25	IAS IEEE Industry Applications Society
26	IEC International Electrotechnical Commission
27	IEE Institution of Electrical Engineers (UK)
28	IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers (US)
29	IFE Institute for Energy Technology (Norway)
30	IFEA The Association for Electrotechnics and Automation in
31	Industry (Norway)
32	IMO International Maritime Organization
33	IMS IEEE Instrumentation & Measurement Society
34	INC EEMUA Instrumentation and Control Committee
35	ISA International Society of Automation (US)
36	ISO International Organization for Standardization
37	MOA Memorandum of Agreement
38	MODU Mobile Offshore Drilling Units Code (IMO)
39	NACE National Association of Corrosion Engineers (US)
40	NAMUR Automation Systems Interest Group of the Process Industry
41	(Germany)
42	NAS National Aerospace Standard (US)
43	NEK Norwegian Electrotechnical Committee
44	NEMA National Electrical Manufacturers Association (US)

45	NESC National Electrical Safety Code
46	NFC National Fire Code
47	NFPA National Fire Protection Association (US)
48	NORSOK Norwegian Competitive Position on the Continental Shelf
49	NPD Norwegian Petroleum Directorate
50	NS Norwegian Standard
51	OGP International Association of Oil & Gas Producers
52	OLF Norwegian Oil Industry Association
53	OSHA Occupational Safety and Health Administration (US)
54	PAS Publicly Available Specification (ISO)
55	PIP Process Industry Practices (US)
56	PD Private Document (BSI)
57	PSA Petroleum Safety Authority (Norway)
58	SAC Standardisation Administration of China
59	SCD System Control Diagram
60	SOICS API Subcommittee on Instruments & Control Systems
61	SOLAS International Convention for the Safety of Life at Sea (IMO)
62	TIA Telecommunications Industry Association
63	UKOOA UK Offshore Operator Association (Now UK Oil & Gas)
64	UL Underwriters Laboratories (US)
65	VDI Association of German Engineers
66	VDE Association for Electrical, Electronic & Information Technologies
67	WCT Wireless Cooperation Team

**Organizações e Redes de Criação e Emissão de Certificações e Normas Nacionais**

1	ISO
2	ABNT
3	BSI
4	GOST
5	SAC

## Anexo 2 - Questionário



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO

**INCERTEZA E PROPENSÃO À INOVAÇÃO:  
O CASO DO SETOR DE AUTOMAÇÃO,  
INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE DE  
PROCESSOS VINCULADOS À IPGN**



## Carta de Apresentação

O Instituto de Economia da UFRJ com apoio do CNPQ e o Ministério da Ciência e Tecnologia estão realizando uma pesquisa sobre "Incerteza e propensão à inovação no setor de Automação, Instrumentação e Controle de Processos".

O objetivo deste projeto é analisar as perspectivas de investimento em projetos de inovação radical e desenvolvimento tecnológico deste setor para satisfazer à demanda potencial da Indústria de Petróleo e Gás Natural no Brasil.

A sua empresa foi selecionada para participar desta pesquisa porque acreditamos que pode ser um importante fornecedor para o mercado de Petróleo e Gás.

Além disso, sua opinião é importante para a formulação de estratégias e políticas públicas que incentivem o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil.

O seguinte questionário está dividido em duas (2) seções:

[A] Dados Cadastrais

[B] Estado das Expectativas

Salientamos que, todas as informações fornecidas neste questionário serão consideradas estritamente confidenciais e os dados reservados para uso exclusivo da UFRJ. Caso seja de seu interesse, os resultados da pesquisa estarão à sua disposição após a conclusão do trabalho.

Certos de sua indispensável colaboração, agradecemos antecipadamente.

Adilson de Oliveira  
Professor Titular do Instituto de Economia  
Diretor Executivo  
Colégio Brasileiro de Altos Estudos  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Tel.: (55 21) 3873-5272

# [I] DADOS CADASTRAIS

**\*Obrigatório**

**1. Nome do responsável pelo preenchimento do questionário: \***

**2. Empresa: \***

**3. Cargo na empresa: \***

**4. Email: \***

**5. Telefone de Contato (+DDD): \***

**6. Cidade onde reside a Empresa Matriz: \***

**7. Ano de início de atividades no Brasil: \***

**8. Número de Funcionários no Brasil: \***

**9. Faturamento registrado no ano 2010 (R\$):\***

**10. Principais atividades no Brasil: \***

- Fabricante
- Distribuidora de Produtos
- Prestadora de serviços

**11. A sua empresa é:**

- Exportadora
- Importadora

**12. Sua principal linha de produtos é:\***

- Analisadores e Testadores
- Controladores programáveis
- Controles
- Detectores
- Fluxímetros
- Medidores, Calibradores e Indicadores
- Sensores, Transdutores, e Transmissores
- Automação Industrial
- Outro: \_\_\_\_\_

**13. Qual segmento produtivo é o seu principal cliente no Brasil? \***

**14. Defina qual é o nível de adaptação de sua empresa para atender esse segmento:\***

	Baixa (1)	(2)	(3)	(4)	Alta (5)
Adaptação de equipamento e tecnologias de produção					
Disponibilidade de recursos para desenvolvimento de novos produtos					
Desenvolvimento de produtos para os quais esse segmento é o único comprador					

## [III] ESTADO DAS EXPECTATIVAS

**E**XPECTATIVAS DE MERCADO: Os dados abaixo serão utilizados para obter uma avaliação da percepção dos agentes quanto às ameaças que provêm das expectativas do mercado.

**15. Como percebe o crescimento da demanda de seus produtos/serviços no mercado Brasileiro? \***

	Muito Decrescente	Decrescente	Invariável	Crescente	Muito Crescente
Hoje?					
Para o ano 2016?					

**16. A empresa tem planos de expansão no mercado brasileiro?\***

<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

**17. Caso afirmativo, qual seria o modo mais provável de expansão? \***

<input type="checkbox"/>	Expandir as instalações da empresa
<input type="checkbox"/>	Fusão ou aquisição
<input type="checkbox"/>	Parcerias e alianças

**18. Que tipo de atividades planeja expandir? \***

<input type="checkbox"/>	Fabricação
<input type="checkbox"/>	Pesquisa e Desenvolvimento
<input type="checkbox"/>	Distribuição
<input type="checkbox"/>	Aquisição de matérias primas
<input type="checkbox"/>	Serviços de apoio técnico

**19. Sua empresa fornece à Indústria Brasileira de Petróleo e Gás Natural? \***

<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

**Se sua resposta anterior for POSITIVA, passe para a questão 21**  
**Se sua resposta anterior for NEGATIVA, passe para a questão 20**

**20. Sua empresa teria interesse em fornecer à Indústria Brasileira de Petróleo e Gás Natural?\***

<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

**21. Que tipo de garantias sua empresa exige para participar em projetos científicos e tecnológicos relacionados à Indústria Brasileira de Petróleo e Gás Natural?\***

<input type="checkbox"/>	Compras futuras
<input type="checkbox"/>	Aprendizagem tecnológica
<input type="checkbox"/>	Outro:

**22. Por quanto tempo sua empresa estaria disposta a fazer investimentos com a Indústria Brasileira de Petróleo e Gás Natural?\***

<input type="checkbox"/>	Curto Prazo (menos de 5 anos)
<input type="checkbox"/>	Longo Prazo (mais de 5 anos)

**E**XPECTATIVAS TECNOLÓGICAS: Os dados abaixo serão utilizados para obter uma avaliação da percepção atual sobre a ameaça de obsolescência tecnológica.

**23. Avalie (de 1 a 5) como a sua empresa percebe atualmente a velocidade da mudança tecnológica no setor de AICP feito por outros agentes fora do Brasil.\***

*(Níveis intermédios de avaliação -2 a 4- equivalem graus intermédios de velocidade)*

	Muito desacelerada -1-	-2-	-3-	-4-	Muito acelerada -5-
O ritmo de aperfeiçoamento de tecnologia COMPLEMENTAR					
O ritmo de geração de tecnologia SUBSTITUTA					
O ritmo de DIFUSÃO e ADOÇÃO de inovações tecnológicas					

**24. Como esta percepção influencia a sua decisão de fazer investimentos em inovação tecnológica? \* (Impede (1) – Acelera (5))**

	Impede investimentos (1)	Adia temporariamente investimentos (2)	Neutra – não influencia (3)	Promove investimentos (4)	Acelera investimentos (5)
O ritmo de aperfeiçoamento de tecnologia COMPLEMENTAR					
O ritmo de geração de tecnologia SUBSTITUTA					
O ritmo de DIFUSÃO e ADOÇÃO de inovações tecnológicas					

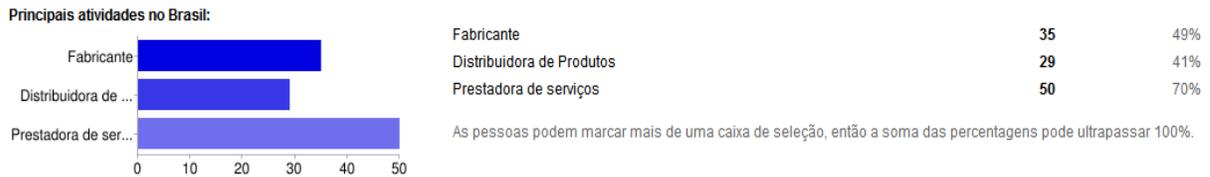
**25. Responda se você discorda ou concorda com as seguintes afirmações: \***

*(Níveis intermédios de avaliação -2 a 4- equivalem graus intermédios de velocidade)*

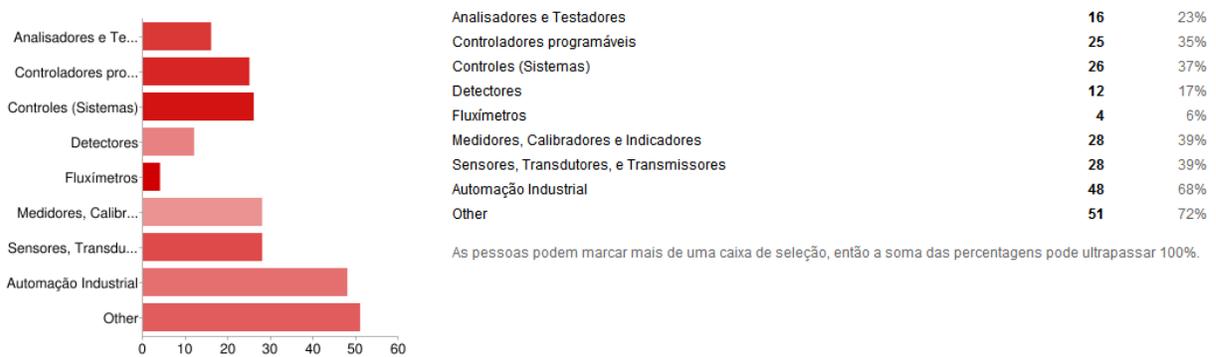
	Discorda Completamente -1-	-2-	-3-	-4-	Concorda completamente -5-
A tecnologia desenvolvida no setor de Petróleo e Gás é flexível suficiente para que uma empresa consiga se expandir a outros setores.					
O Pré-Sal oferece incentivos de demanda suficientes para uma empresa realizar investimentos em projetos de inovações tecnológicas radicais.					

### Anexo 3 – Resumo das respostas dos questionários

As principais atividades das empresas são: prestação de serviços (70%), fabricação (49%) e distribuição (41%).

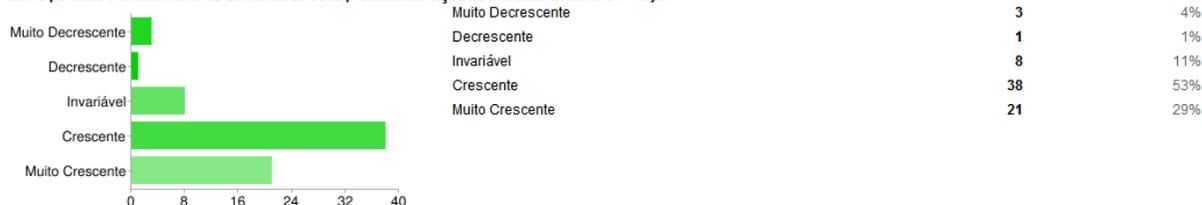


A principal linha de produtos que oferecem as firmas brasileiras é automação industrial seguida de outros produtos de instrumentação como sensores, transdutores, transmissores, medidores, calibradores e indicadores.

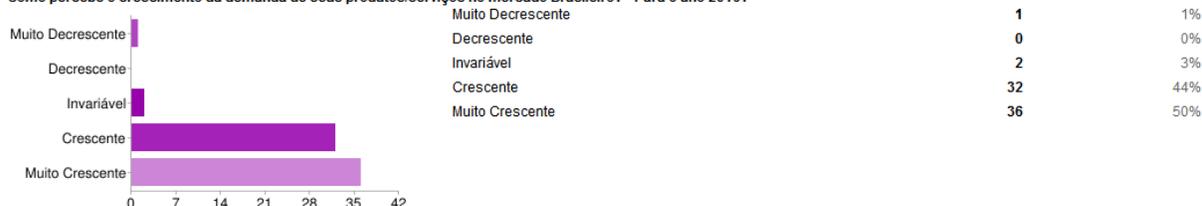


As firmas brasileiras são otimistas sobre o crescimento atual da demanda dos seus produtos e serviços no mercado brasileiro. À pergunta sobre como percebe o crescimento da demanda de produtos e serviços no mercado brasileiro hoje, as firmas responderam crescente em 53% e muito crescente em 29%. Para o ano 2016, as firmas percebem uma demanda crescente em 44% dos casos e muito crescente em 50%.

**Como percebe o crescimento da demanda de seus produtos/serviços no mercado Brasileiro? - Hoje?**

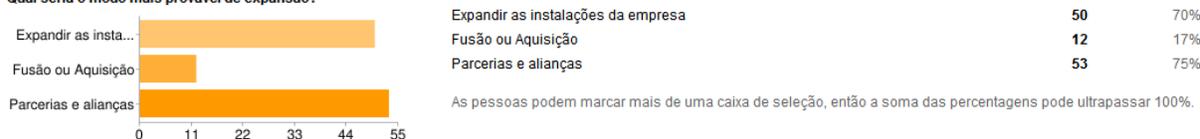


**Como percebe o crescimento da demanda de seus produtos/serviços no mercado Brasileiro? - Para o ano 2016?**

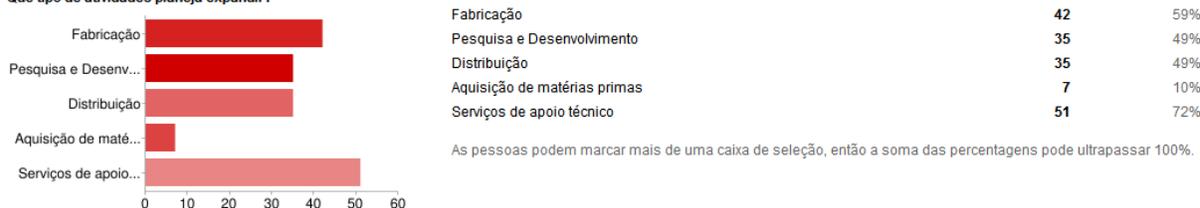


A opção mais provável de expansão para as firmas seria por meio de parcerias e alianças (75%), e de forma autônoma expandindo as instalações da empresa (70%). 12 das 79 empresas procurariam expandir-se por meio de fusões ou aquisições, das quais 8 são micro e pequenas empresas, e 4 grandes empresas. O tipo de atividades que a maioria das empresas deseja expandir são serviços de apoio técnico (72%), seguido de atividades de fabricação (59%), e distribuição, pesquisa e desenvolvimento com igual probabilidade (49%). Apenas 10% das firmas desejam expandir a aquisição de matérias primas.

**Qual seria o modo mais provável de expansão?**

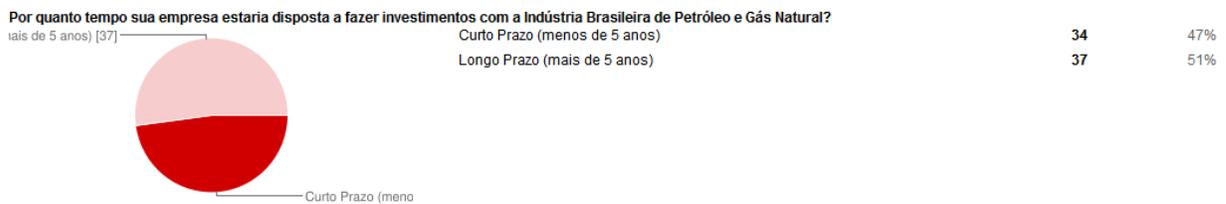
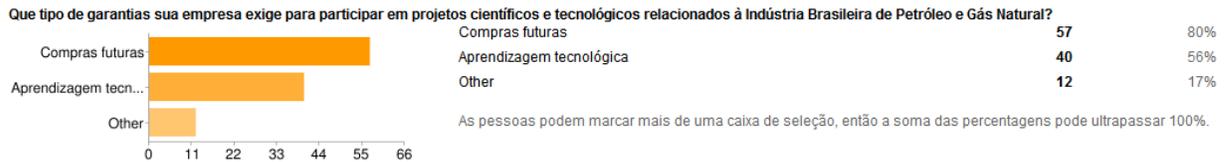


**Que tipo de atividades planeja expandir?**

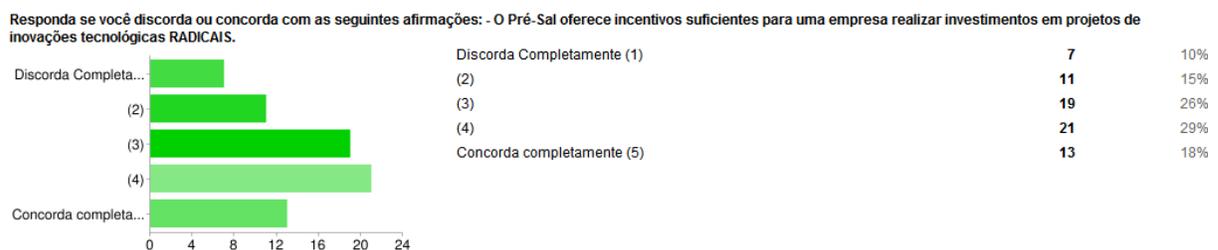
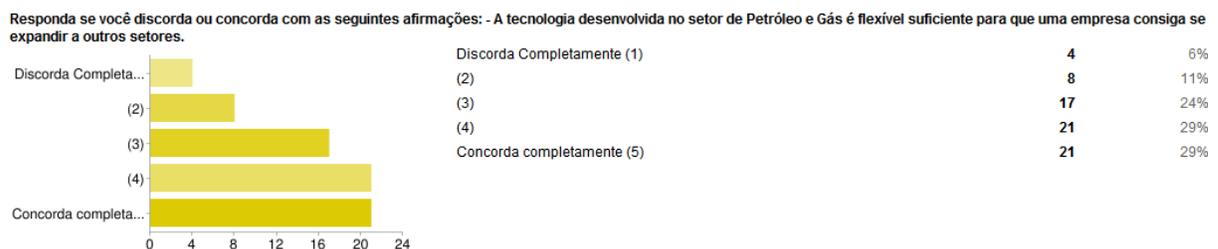


Do total de empresas, 45% têm sido fornecedoras de bens e serviços da indústria (nacional e internacional) de petróleo e gás natural; 15% delas consideram esta indústria como o seu

principal cliente. Para participar em projetos científicos e tecnológicos relacionados à Indústria Brasileira de Petróleo e Gás Natural a maior parte das firmas (80%) exigiria como garantia a realização de compras futuras por parte da IBPG. 51% das firmas estariam dispostas a fazer investimentos de longo prazo com a IBPG.



Aproximadamente 58% das firmas concordaram que a tecnologia desenvolvida no setor de Petróleo e Gás é flexível suficiente para que uma empresa consiga se expandir a outros setores. Ao redor de 47% das firmas acha que o Pré-Sal oferece incentivos suficientes para uma empresa realizar investimentos em projetos tecnológicos que levem a inovações radicais.



## Anexo 4 - Formulação e testes do modelo Probit

O instrumento de análise usado é um modelo de probabilidade de resposta binária tipo *Probit*. O objetivo é explicar os efeitos de um conjunto de variáveis explicativas, incluídas as expectativas tecnológicas ( $x_j$ ), sobre a probabilidade de realizar investimentos em P&D ( $P(y=1|x)$ ).

Para a estimativa de probabilidade  $p = \Pr(y=1|x)$ , o modelo probit será:

$$\varphi(x'\beta) = \int_{-\infty}^{x'\beta} \varphi(z) dz ;$$

Onde  $\varphi(z)$  representa a função de probabilidade acumulada de que uma firma esteja interessada em realizar atividades em P&D em função de um conjunto de variáveis e características (tamanho, atividades produtivas, grau de diversificação de produtos, etc.) e o efeito que podem gerar as expectativas de mercado e à incerteza tecnológica.

A representação dos efeitos marginais é:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial x_j}\right) \text{ é } \varphi(x'\beta) * \beta_j$$

O objetivo desta função será avaliar as variações de probabilidade de resposta positiva de expansão em P&D dadas às variações infinitesimais em cada uma das variáveis explicativas.

## PRIMEIRA FASE DO MODELO PROBIT: Incidência das características e atividades próprias da empresa

```
. global Cvar mpe fabric distri presta import export divers
. probit expped $cvar

Iteration 0: log likelihood = -54.752298
Iteration 1: log likelihood = -43.922548
Iteration 2: log likelihood = -43.24247
Iteration 3: log likelihood = -43.228755
Iteration 4: log likelihood = -43.228747

Probit regression                               Number of obs   =       79
LR chi2(7)                                     =       23.05
Prob > chi2                                     =       0.0017
Pseudo R2                                       =       0.2105

Log likelihood = -43.228747
```

expped	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
mpe	1.681297	.6936738	2.42	0.015	.321721 3.040872
fabric	1.15353	.3815749	3.02	0.003	.4056568 1.901403
distri	-.8219929	.4396425	-1.87	0.062	-1.683676 .0396905
presta	1.200895	.4646007	2.58	0.010	.2902948 2.111496
import	-.7693732	.3638514	-2.11	0.034	-1.482509 -.0562375
export	.3901045	.4233788	0.92	0.357	-.4397027 1.219912
divers	.3382828	.140006	2.42	0.016	-.063876 .6126896
_cons	-3.451486	1.158234	-2.98	0.003	-5.721583 -1.18139

O efeito gerado pelas características próprias das empresas sobre a probabilidade de realizar P&D é significativo para o conjunto de firmas (com Prob> chi2 = 0,0017). Nesta estimação, a magnitude dos coeficientes  $\beta_j$  não é importante (Wooldridge, p.p. 458). Avalia-se apenas a direção de cada efeito (positivo ou negativo) sobre a probabilidade de que uma empresa esteja disposta a investir em P&D.

### Prova de ajuste de bondade

```
. estat classification
Probit model for expped
```

Classified	True		Total
	D	~D	
+	30	15	45
-	10	24	34
Total	40	39	79

```
Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as expped != 0
```

Sensitivity	Pr( +   D)	75.00%
Specificity	Pr( -   ~D)	61.54%
Positive predictive value	Pr( D   +)	66.67%
Negative predictive value	Pr( ~D   -)	70.59%
False + rate for true ~D	Pr( +   ~D)	38.46%
False - rate for true D	Pr( -   D)	25.00%
False + rate for classified +	Pr( ~D   +)	33.33%
False - rate for classified -	Pr( D   -)	29.41%
Correctly classified		68.35%

O teste de bondade de ajuste permite comparar os valores previstos com os observados. O objetivo é prever se serão feitas atividades P&D ( $\hat{y} = 1$ ) ou não ( $\hat{y} = 0$ ). Isso depende de uma função que assumimos como simétrica. Logo, pode-se assumir que ( $\hat{y} = 1$ ) se  $F(x'\beta) > 0,5$  e ( $\hat{y} = 0$ ) se  $F(x'\beta) \leq 0,5$ . A percentagem de empresas classificadas corretamente ( $\Pr(D) > 0,5$ ) neste modelo foi 68,35%.

## SEGUNDA FASE DO MODELO PROBIT: Expectativas em P&D e Incerteza Tecnológica

Total firmas	MPE																																																																																																																																																																		
<pre>. global Evar crefut expins fusao parcer incerteza . probit expxed \$Cvar \$Evar  Iteration 0: log likelihood = -50.592895 Iteration 1: log likelihood = -35.693145 Iteration 2: log likelihood = -34.26858 Iteration 3: log likelihood = -34.170724 Iteration 4: log likelihood = -34.169701 Iteration 5: log likelihood = -34.169701  Probit regression Log likelihood = -34.169701  Number of obs = 73 LR chi2(12) = 32.85 Prob &gt; chi2 = 0.0010 Pseudo R2 = 0.3246</pre>	<pre>. probit expxed fabric distri presta import export divers \$Evar if mpe==1  Iteration 0: log likelihood = -47.819909 Iteration 1: log likelihood = -33.228621 Iteration 2: log likelihood = -31.750689 Iteration 3: log likelihood = -31.608987 Iteration 4: log likelihood = -31.605421 Iteration 5: log likelihood = -31.605418  Probit regression Log likelihood = -31.605418  Number of obs = 69 LR chi2(11) = 32.43 Prob &gt; chi2 = 0.0007 Pseudo R2 = 0.3391</pre>																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>expxed</th> <th>Coef.</th> <th>Std. Err.</th> <th>z</th> <th>P&gt; z </th> <th>[95% Conf. Interval]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>mpe</td><td>1.448338</td><td>1.028885</td><td>1.41</td><td>0.159</td><td>- .568239 3.464916</td></tr> <tr><td>fabric</td><td>1.115553</td><td>.4514873</td><td>2.47</td><td>0.013</td><td>.2306536 2.000451</td></tr> <tr><td>distri</td><td>-.4633291</td><td>.5229946</td><td>-0.89</td><td>0.376</td><td>-1.48838 .5617214</td></tr> <tr><td>presta</td><td>1.490451</td><td>.5979756</td><td>2.49</td><td>0.013</td><td>.3184401 2.662462</td></tr> <tr><td>import</td><td>-1.336548</td><td>.5176746</td><td>-2.58</td><td>0.010</td><td>-2.351171 -.3219242</td></tr> <tr><td>export</td><td>.7276623</td><td>.55182</td><td>1.32</td><td>0.187</td><td>-.3538851 1.80921</td></tr> <tr><td>divers</td><td>.3821927</td><td>.1841435</td><td>2.08</td><td>0.038</td><td>.0212782 .7431073</td></tr> <tr><td>crefut</td><td>-.6361161</td><td>.3900175</td><td>-1.63</td><td>0.103</td><td>-1.400536 .1283041</td></tr> <tr><td>expins</td><td>.2375468</td><td>.4232776</td><td>0.56</td><td>0.575</td><td>-.592062 1.067156</td></tr> <tr><td>fusao</td><td>1.327328</td><td>.7420187</td><td>1.79</td><td>0.074</td><td>-.1270023 2.781658</td></tr> <tr><td>parcer</td><td>.5768764</td><td>.4945578</td><td>1.17</td><td>0.243</td><td>-.3924389 1.546192</td></tr> <tr><td>incerteza</td><td>-.9196436</td><td>.596525</td><td>-1.54</td><td>0.123</td><td>-2.088811 .2495238</td></tr> <tr><td>_cons</td><td>-.5287432</td><td>2.254414</td><td>-0.23</td><td>0.815</td><td>-4.947313 3.889826</td></tr> </tbody> </table>	expxed	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	mpe	1.448338	1.028885	1.41	0.159	- .568239 3.464916	fabric	1.115553	.4514873	2.47	0.013	.2306536 2.000451	distri	-.4633291	.5229946	-0.89	0.376	-1.48838 .5617214	presta	1.490451	.5979756	2.49	0.013	.3184401 2.662462	import	-1.336548	.5176746	-2.58	0.010	-2.351171 -.3219242	export	.7276623	.55182	1.32	0.187	-.3538851 1.80921	divers	.3821927	.1841435	2.08	0.038	.0212782 .7431073	crefut	-.6361161	.3900175	-1.63	0.103	-1.400536 .1283041	expins	.2375468	.4232776	0.56	0.575	-.592062 1.067156	fusao	1.327328	.7420187	1.79	0.074	-.1270023 2.781658	parcer	.5768764	.4945578	1.17	0.243	-.3924389 1.546192	incerteza	-.9196436	.596525	-1.54	0.123	-2.088811 .2495238	_cons	-.5287432	2.254414	-0.23	0.815	-4.947313 3.889826	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>expxed</th> <th>Coef.</th> <th>Std. Err.</th> <th>z</th> <th>P&gt; z </th> <th>[95% Conf. Interval]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>fabric</td><td>1.168223</td><td>.4691149</td><td>2.49</td><td>0.013</td><td>-.2487743 2.087671</td></tr> <tr><td>distri</td><td>-.2078278</td><td>.5399153</td><td>-0.38</td><td>0.700</td><td>-1.266042 .8503867</td></tr> <tr><td>presta</td><td>1.563054</td><td>.623932</td><td>2.51</td><td>0.012</td><td>.3401701 2.785939</td></tr> <tr><td>import</td><td>-1.33461</td><td>.5344808</td><td>-2.50</td><td>0.013</td><td>-2.382174 -.2870472</td></tr> <tr><td>export</td><td>.8347652</td><td>.5798781</td><td>1.44</td><td>0.150</td><td>-.3017749 1.971305</td></tr> <tr><td>divers</td><td>.3189233</td><td>.186915</td><td>1.71</td><td>0.088</td><td>-.0474234 .6852701</td></tr> <tr><td>crefut</td><td>-.6038456</td><td>.4050853</td><td>-1.50</td><td>0.135</td><td>-1.399798 .1881071</td></tr> <tr><td>expins</td><td>.2467618</td><td>.4314262</td><td>0.57</td><td>0.567</td><td>-.5988179 1.092342</td></tr> <tr><td>fusao</td><td>1.850389</td><td>.9715116</td><td>1.90</td><td>0.057</td><td>-.0537384 3.754517</td></tr> <tr><td>parcer</td><td>.7267</td><td>.5190231</td><td>1.40</td><td>0.161</td><td>-.2905665 1.743967</td></tr> <tr><td>incerteza</td><td>-1.01013</td><td>.612928</td><td>-1.65</td><td>0.099</td><td>-2.211447 .1911866</td></tr> <tr><td>_cons</td><td>.7131558</td><td>1.997696</td><td>0.36</td><td>0.721</td><td>-3.202257 4.628569</td></tr> </tbody> </table>	expxed	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	fabric	1.168223	.4691149	2.49	0.013	-.2487743 2.087671	distri	-.2078278	.5399153	-0.38	0.700	-1.266042 .8503867	presta	1.563054	.623932	2.51	0.012	.3401701 2.785939	import	-1.33461	.5344808	-2.50	0.013	-2.382174 -.2870472	export	.8347652	.5798781	1.44	0.150	-.3017749 1.971305	divers	.3189233	.186915	1.71	0.088	-.0474234 .6852701	crefut	-.6038456	.4050853	-1.50	0.135	-1.399798 .1881071	expins	.2467618	.4314262	0.57	0.567	-.5988179 1.092342	fusao	1.850389	.9715116	1.90	0.057	-.0537384 3.754517	parcer	.7267	.5190231	1.40	0.161	-.2905665 1.743967	incerteza	-1.01013	.612928	-1.65	0.099	-2.211447 .1911866	_cons	.7131558	1.997696	0.36	0.721	-3.202257 4.628569
expxed	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]																																																																																																																																																														
mpe	1.448338	1.028885	1.41	0.159	- .568239 3.464916																																																																																																																																																														
fabric	1.115553	.4514873	2.47	0.013	.2306536 2.000451																																																																																																																																																														
distri	-.4633291	.5229946	-0.89	0.376	-1.48838 .5617214																																																																																																																																																														
presta	1.490451	.5979756	2.49	0.013	.3184401 2.662462																																																																																																																																																														
import	-1.336548	.5176746	-2.58	0.010	-2.351171 -.3219242																																																																																																																																																														
export	.7276623	.55182	1.32	0.187	-.3538851 1.80921																																																																																																																																																														
divers	.3821927	.1841435	2.08	0.038	.0212782 .7431073																																																																																																																																																														
crefut	-.6361161	.3900175	-1.63	0.103	-1.400536 .1283041																																																																																																																																																														
expins	.2375468	.4232776	0.56	0.575	-.592062 1.067156																																																																																																																																																														
fusao	1.327328	.7420187	1.79	0.074	-.1270023 2.781658																																																																																																																																																														
parcer	.5768764	.4945578	1.17	0.243	-.3924389 1.546192																																																																																																																																																														
incerteza	-.9196436	.596525	-1.54	0.123	-2.088811 .2495238																																																																																																																																																														
_cons	-.5287432	2.254414	-0.23	0.815	-4.947313 3.889826																																																																																																																																																														
expxed	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]																																																																																																																																																														
fabric	1.168223	.4691149	2.49	0.013	-.2487743 2.087671																																																																																																																																																														
distri	-.2078278	.5399153	-0.38	0.700	-1.266042 .8503867																																																																																																																																																														
presta	1.563054	.623932	2.51	0.012	.3401701 2.785939																																																																																																																																																														
import	-1.33461	.5344808	-2.50	0.013	-2.382174 -.2870472																																																																																																																																																														
export	.8347652	.5798781	1.44	0.150	-.3017749 1.971305																																																																																																																																																														
divers	.3189233	.186915	1.71	0.088	-.0474234 .6852701																																																																																																																																																														
crefut	-.6038456	.4050853	-1.50	0.135	-1.399798 .1881071																																																																																																																																																														
expins	.2467618	.4314262	0.57	0.567	-.5988179 1.092342																																																																																																																																																														
fusao	1.850389	.9715116	1.90	0.057	-.0537384 3.754517																																																																																																																																																														
parcer	.7267	.5190231	1.40	0.161	-.2905665 1.743967																																																																																																																																																														
incerteza	-1.01013	.612928	-1.65	0.099	-2.211447 .1911866																																																																																																																																																														
_cons	.7131558	1.997696	0.36	0.721	-3.202257 4.628569																																																																																																																																																														

O efeito conjunto gerado pelas atividades recorrentes das empresas, sob uma situação de incerteza tecnológica tem uma relação significativa com as atividades de P&D. Para o grupo específico de MPEs a incerteza tecnológica é significativa e influencia o seu interesse por realizar atividades em P&D. Nesta estimação, a magnitude dos coeficientes  $\beta_j$  não é importante (Wooldridge, p.p. 458). Avalia-se apenas a direção de cada efeito (positivo ou negativo) sobre a probabilidade de que uma empresa esteja disposta a investir em P&D.

Prova de ajuste de bondade	
<pre>. estat classification Probit model for expxed  Classified   True D   ~D   Total ----- ----- ----- ----- +   25   9   34 -   12   27   39 Total   37   36   73  Classified + if predicted Pr(D) &gt;= .5 True D defined as expxed != 0  Sensitivity Pr(+ D) 67.57% Specificity Pr(- ~D) 75.00% Positive predictive value Pr(D +) 73.53% Negative predictive value Pr(~D -) 69.23%  False + rate for true ~D Pr(+ ~D) 25.00% False - rate for true D Pr(- D) 32.43% False + rate for classified + Pr(~D +) 26.47% False - rate for classified - Pr(D -) 30.77%  Correctly classified 71.23%</pre>	<pre>. estat classification Probit model for expxed  Classified   True D   ~D   Total ----- ----- ----- ----- +   25   9   34 -   10   25   35 Total   35   34   69  Classified + if predicted Pr(D) &gt;= .5 True D defined as expxed != 0  Sensitivity Pr(+ D) 71.43% Specificity Pr(- ~D) 73.53% Positive predictive value Pr(D +) 73.53% Negative predictive value Pr(~D -) 71.43%  False + rate for true ~D Pr(+ ~D) 26.47% False - rate for true D Pr(- D) 28.57% False + rate for classified + Pr(~D +) 26.47% False - rate for classified - Pr(D -) 28.57%  Correctly classified 72.46%</pre>

A percentagem de empresas classificadas corretamente ( $Pr(D) >= 0.5$ ) neste modelo foi 71,23% para o grupo todo e 72,46% para as MPEs.

## Anexo 5 - Empresas que responderam o questionário online

	Nome da Empresa:
1	Ábaco tecnologia- abck com mat eletri.ltda
2	Ae tech soluções Ltda
3	Antares eletronica Ltda
4	Asa industrial
5	Asel-tech
6	Asta instrumentação e controle
7	Automação analítica
8	Bmi manutenção industrial
9	Bramach do Brasil Ltda
10	Brasil Automatics Automação e Tecnologia Ltda
11	CAD Centro de Automação e Desenvolvimento
12	Casa miranda Ltda
13	Cavaletti Soluções em Engenharia
14	Compsis comp e sist ind e com Ltda
15	Consensus ind com Ltda
16	Denker Engenharia de Sistemas
17	Draw tecnologia automação Ltda
18	Durag gmbh
19	E2pro Engenharia Eletrônica Ltda
20	Electron do Brasil Tecnologia Digital Ltda
21	Eletronofx
22	Facto ind. E com. De suprim e equip Ltda (facto technology)
23	Fatware Ltda
24	Focco usinagem de metais Ltda me
25	Ft automação industrial Ltda
26	Grupo frj instrumentação industrial
27	Hbs automação elétrica Ltda
28	Hs desenvolvimento
29	Hygro - Therm Comercial e Técnica Ltda.
30	Infratemp Instrumentos de Medicao e Controle Ltda.
31	Injetafor Industria Injetora de Plasticos Formiga Ltda
32	Inovação Teste e Medição Ltda
33	Instrutemp Instrumentos de Medicao
34	Italyworld
35	Itron
36	Lcr- construções elétrica, autom.,e medições de grandeza elétrica
37	Logitron Consultoria e Informática Ltda
38	Luwatrol automação industrial Ltda
39	Lynx tecnologia eletrônica Ltda
40	Mak automação
41	Martech Manutenções e Serviços
42	Mekatronik ind. Com. Automação Ltda
43	Mj serviços eletricos
44	Mr automação & serviços elétricos

45	MSM Powertrain Industria de Máquinas e Equipamentos Ltda
46	Multi Phase Meters Inc. Subsidiary of FMC Technologies Inc.
47	Nishimura & jaccoud Ltda
48	Nkt flexibles
49	Oca projetos Ltda
50	Omnisesn
51	PNP tecnologia em Automação Ltda
52	Proex Rio Distriuidora de Componentes Elétricos Ltda.
53	Projfacil Ltda
54	Rae systems inc.
55	Reipet ind com equip emb Ltda
56	Renascer mercantil
57	Rentelck eletrônica industrial
58	Revimaq assistência técnica de máquinas e comércio Ltda
59	Rukava Assembly System Com e Ind Ltda
60	Run time automação industrial Ltda
61	Santana & branco Ltda
62	Schneider electric brasil Ltda
63	Secon Comp. E Equip. Eletronicos Ltda
64	Símeros projetos eletromecânicos Ltda.
65	Square automação
66	Supplier ind.com.ltda
67	Technoheat eletroaquecimento Ltda
68	Teodol comércio e importação de equipamentos de precisão Ltda
69	Testo do Brasil Instrumento de Medição Ltda
70	Thermocom
71	Thermocom
72	Toolshop Usinagem e Auromação
73	United electric controls
74	Vector Sistemas de Medição Ltda EPP
75	Versis Tecnologia
76	Vtechno engenharia
77	Wea tecnologia ltda-me
78	Weg automação
79	Wischril consult. E repres. Ltda.