

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
MESTRADO EM ECONOMIA**

LUÍS ALBERTO MELCHIADES LEITE

TRIBUTAÇÃO E INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS  
NATURAL DO BRASIL: UMA CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE P&D  
E AVALIAÇÃO SETORIAL DA POLÍTICA NACIONAL DE INCENTIVOS

NITERÓI, RJ  
2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LUÍS ALBERTO MELCHIADES LEITE

TRIBUTAÇÃO E INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS  
NATURAL DO BRASIL: UMA CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE P&D  
E AVALIAÇÃO SETORIAL DA POLÍTICA NACIONAL DE INCENTIVOS

Dissertação submetida ao programa de Pós-  
Graduação em Economia da Universidade Federal  
Fluminense, como exigência à obtenção do título de  
*Mestre em Economia.*

**Orientador:** Prof. Jorge Nogueira de Paiva Britto Dr.

NITERÓI, RJ  
2005

LEITE, Luís Alberto Melchíades. Tributação e Inovação na Indústria de Petróleo e Gás do Brasil: Uma Caracterização do Processo de P&D e Avaliação Setorial da Política Nacional de Incentivos. Niterói,RJ: UFF, 2005. 102p. (Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal Fluminense).

1.Incentivos Fiscais. 2. Investimentos. 3. Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). 4. Indústria de Petróleo e gás.

LUÍS ALBERTO MELCHÍADES LEITE

TRIBUTAÇÃO E INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS  
NATURAL DO BRASIL: UMA CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE P&D  
E AVALIAÇÃO SETORIAL DA POLÍTICA NACIONAL DE INCENTIVOS

Dissertação submetida ao programa de Pós-  
Graduação em Economia da Universidade Federal  
Fluminense como exigência à obtenção do título de  
*Mestre em Economia.*

**Banca Examinadora**

---

Prof. Jorge Nogueira de Paiva Britto, Dr. (Orientador)

---

Profª. Viviane Luporini, Dra.

---

Prof. Helder Queiroz Pinto Júnior, Dr.

Niterói, junho de 2005

## DEDICATÓRIA

À minha filha Ana Luísa, por portar no sorriso luminoso ânimos de renovado alento.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Cesonan e Lia, por me terem conduzido firmemente os passos até o epílogo da adolescência, à minha esposa Ana Claudia, pelo amor, dedicação velada, incentivo e adiantada compreensão que jamais faltaram ao longo do esforço, aos meus irmãos César Henrique, Lia Cláudia, Marina e Ana Paula, pelos recorrentes votos de sucesso, aos Colegas Hilton Pereira de Almeida, Maria Fátima Ludovico Stollenwerk e Márcia da Costa Furtado de Mendonça, pelo essencial apoio prestado em ambiente de trabalho, à professora Viviane Luporini, pelo prestimoso auxílio instrumental, e ao professor Jorge Nogueira de Paiva Britto, pela paciência, boa vontade, e excelência na condução do processo de orientação.

## RESUMO

Utilizando como base a representatividade setorial da Petrobras, procura-se caracterizar o processo de P&D na indústria de petróleo e gás brasileira, através de descrições qualitativas e de uma medida quantitativa da representatividade do fator tecnologia no ambiente produtivo da indústria. Busca-se também analisar os efeitos da política nacional de incentivos fiscais e outras legislações setoriais, em anos recentes, sobre o nível de investimentos em tecnologia efetivados e planejados no setor. Encontra-se uma medida de sensibilidade desses investimentos com respeito ao seu custo (elasticidade-custo), e também da "generosidade fiscal" setorial deflagrada pelas recentes medidas de incentivo aos investimentos tecnológicos empreendidas pelo governo federal.

**Palavras-Chave:** Tributação – Incentivos Fiscais – Investimentos – Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) – Indústria de Petróleo



## ABSTRACT

Taking Petrobras as a representative company in the Brazilian oil and gas sector, this work is addressed to characterize its R&D process, through qualitative and quantitative parameters, reinforcing the importance of technology as a production factor. It also attempts to assess the main impacts of the national innovation policy, including fiscal incentives and other legal mechanisms, on the amount of R&D investments by the sector in recent years. From this perspective, a measure of R&D cost sensitivity and an assessment of fiscal incentives generosity for R&D initiatives in Brazilian oil and gas sector were accomplished.

**Keywords:** Taxation – Fiscal Incentives – R&D Investments – Research and Development (R&D) – Petroleum and Gas Industry

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Efeitos do Estímulo ao P&D Privado.....	10
Figura 2 - Gráfico comparativo de sistemas nacionais de incentivos fiscais e financiamento público a P&D.....	13
Figura 3 - Dominância da Petrobras no segmento Upstream – exploração.....	32
Figura 4 - Trajetórias tecnológicas setoriais : determinantes, direções e características.....	35
Figura 5 – Investimento em P&D das grandes empresas de petróleo e gás no mundo.....	40
Figura 6 - O P&D bem sucedido e seus efeitos sobre empresas em monopólio.....	46
Figura 7 – Síntese da interpretação das características setoriais do quadro de Pavitt .....	48
Figura 8 - Investimentos da Petrobras na comunidade de C&T , em US\$ milhões .....	50
Figura 9 – Posicionamento da atividade de P&D no organograma da Petrobras.....	51
Figura 10 - Organograma do Centro de Pesquisas da Petrobras .....	52
Figura 11 – Efetivo de trabalhadores próprios da Petrobras, de 1990 a 2003.....	53
Figura 12 - Esquema do processo de gestão tecnológica da Petrobras.....	54
Figura 13 - Índice de investimento em P&D da Petrobras – 1995 a 2003.....	55
Figura 14 – Gráfico comparativo de sistemas nacionais de incentivos diretos e indiretos a P&D com o posicionamento do setor de petróleo e gás brasileiro.....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Generosidade Fiscal sobre US\$ 1.00 de investimento em P&D de grandes firmas.....	14
Tabela 2 - Resultados da estimação dos modelos (1) e (3).....	18
Tabela 3 - PDTI , Programas em execução ou finalizados até 31/12/2002, em milhões de reais.....	25
Tabela 4 - Execução Financeira do CTPETRO, em R\$ 1,00.....	28
Tabela 5 - Investimentos Previstos em US\$ bilhões, período 2003-3007.....	33
Tabela 6 – Amostra de pedidos de depósito de patentes feitos no Brasil em 2004.....	42
Tabela 7 - Empresas com maior número de patentes no Brasil , em 2001-2002.....	42
Tabela 8 - Patentes Petrobras registradas nos Estados Unidos em 2003 e 2004 (até setembro).....	43
Tabela 9 - Evolução do efetivo próprio lotado no Centro de Pesquisas.....	49
Tabela 10 – Fatores de produção do Sistema Petrobras, série trimestral .....	63
Tabela 11 – Resultados gerais da estimação dos modelos.....	64
Tabela 12 – Resultados específicos da estimação dos modelos.....	64
Tabela 13 – Resultado do primeiro teste de hipótese.....	66
Tabela 14 – Resultado do segundo teste de hipótese.....	66
Tabela 15 – Resultado geral da estimação.....	71
Tabela 16 – Resultado específico da estimação.....	71
Tabela 17 – Carga tributária da Petrobras.....	83
Tabela 18– Generosidade fiscal para grandes companhias e setor de petróleo e gás brasileiro.....	86
Tabela 19 – Maiores Programas PDTI em análise no ano 2003, em milhões de reais.....	93
Tabela 20 - Petrobras, despesas com P&D em milhares de reais correntes.....	94

## SUMÁRIO

<b>1) INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
<b>2) FUNDAMENTAÇÃO, REFERENCIAL TEÓRICO E MARCO INSTITUCIONAL.....</b>	<b>5</b>
2.1) POR QUÊ ,COMO E QUANTO INCENTIVAR O P&D PRIVADO ? .....	5
2.2) QUADRO GERAL DA OCDE E ESTUDOS REALIZADOS SOBRE A EFETIVIDADE DOS INCENTIVOS FISCAIS A P&D. 10	
2.2.1) <i>O B-index</i> .....	13
2.2.2) <i>A elasticidade-custo dos investimentos em P&amp;D</i> .....	15
2.3) INCENTIVOS,SUBSÍDIOS E OBRIGAÇÕES FISCAIS – O ENTORNO INSTITUCIONAL DE P&D NO SETOR .....	19
2.3.1) <i>Incentivos</i> .....	22
2.3.2) <i>Obrigações</i> .....	25
2.3.3) <i>Subsídios</i> .....	27
2.4) CONCLUSÃO .....	29
<b>3) CARACTERIZAÇÃO DE P&amp;D NO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS BRASILEIRO .....</b>	<b>31</b>
3.1) A PETROBRAS E O SETOR DE PETRÓLEO E GÁS BRASILEIRO .....	31
3.2) AVALIAÇÃO DESCRITIVA .....	33
3.2.1) <i>Perspectiva pelo Referencial Teórico</i> .....	35
3.2.2) <i>Atividades Típicas</i> .....	38
3.2.3) <i>Determinantes das Trajetórias e Principais Fontes de Tecnologia</i> .....	39
3.2.4) <i>Tipo de Usuário</i> .....	41
3.2.5) <i>Principais Formas de Apropriação</i> .....	41
3.2.6) <i>Foco da Atividade Tecnológica e Balanço Interativo entre Inovação de Processo e Produto</i> .....	43
3.2.7) <i>Diversificação Tecnológica</i> .....	47
3.2.8) <i>Outros Elementos do Regime Tecnológico : Recursos Humanos, e Sistema de Gestão</i> .....	48
3.3) O FATOR CONHECIMENTO NA ESTRUTURA PRODUTIVA DO SETOR - AVALIAÇÃO QUANTITATIVA .....	55
3.3.1) <i>Adoção de um Modelo Teórico</i> .....	56
3.3.2) <i>Descrição das Variáveis</i> .....	58
3.3.3) <i>Os Dados e as Estimacões</i> .....	61
3.4) A ELASTICIDADE-CUSTO DOS INVESTIMENTOS EM PROJETOS DE P&D NO SETOR .....	68
3.4.1) <i>Descrição do Modelo e das Variáveis</i> .....	69
3.4.2) <i>Estimacão</i> .....	71
3.5) CONCLUSÃO .....	74
<b>4) AVALIAÇÃO DA POLÍTICA DE INOVAÇÃO NO SETOR.....</b>	<b>75</b>
4.1) GENEROSIDADE FISCAL SOBRE P&D PARA O SETOR DE PETRÓLEO E GÁS BRASILEIRO.....	75
4.1.1) <i>Cálculos para o Setor de Petróleo e Gás Brasileiro</i> .....	83
4.2) FINANCIAMENTO A P&D DIRETO DO GOVERNO.....	86
4.2.1) <i>Plotagem no Gráfico de Referência da OCDE</i> .....	88
4.3) EFEITOS SOBRE O PLANEJAMENTO DE INVESTIMENTOS EM P&D NO SETOR .....	90
4.4) CONCLUSÃO .....	94
<b>5) CONCLUSÕES .....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>99</b>

## 1) Introdução

O Governo Brasileiro quer que o país seja mais inovador. Diminuir uma histórica distância que separa os mais diversos setores econômicos nacionais da vanguarda científica e tecnológica mundial tem sido uma motivação freqüente no discurso político, nem sempre acompanhada por conquistas consistentes em termos de resultados. A garantia de esforços perenes nesse sentido passa, quase que necessariamente, pelo incremento nos investimentos em P&D<sup>1</sup> no longo prazo, sejam eles de natureza pública ou privada.

Atingir desempenho inovativo comparável às maduras economias desenvolvidas, ou àquelas de recente projeção no cenário internacional, requer a adoção de medidas ostensivas de indução aos investimentos das empresas, e à maior participação direta do setor público nos investimentos totais em P&D. Todos os países que se destacam tecnologicamente apresentam, em alguma medida, esforços que se enquadram em pelo menos um desses dois tipos de atuação. Tal categoria de investimento, muitas vezes não atrativa por si só o suficiente, requer alguma forma de intervenção pública, seja por questões estratégicas ou puramente econômicas. Uma das formas de indução privada amplamente utilizada por governos atualmente, em todos os continentes, são os incentivos fiscais, além, obviamente, do financiamento direto.

Este trabalho procura analisar de que forma o setor de petróleo e gás natural brasileiro, um daqueles que tiveram segmentos alçados à vanguarda tecnológica mundial nas duas últimas décadas, é afetado atualmente por políticas públicas caracterizadas por dois grupos de instrumentos legais : um de âmbito nacional, qual seja o sistema de incentivos fiscais aos investimentos em P&D, e outro setorial, que diz respeito ao financiamento governamental direto a esses investimentos. Seriam eles sensíveis a variações em seus custos ? em quanto a política nacional de inovação caracterizada pelos incentivos fiscais estaria reduzindo esses custos ? quão relevante é o fator tecnologia no desempenho produtivo do setor ? qual o nível de participação pública direta nos investimentos do setor ? quantificar essas respostas, descrevendo o funcionamento de um sistema de gestão tecnológica, e os reflexos dessas políticas em seu ambiente de planejamento, é o que pretendemos fazer nesse trabalho, como forma de entender

---

<sup>1</sup> Pesquisa e Desenvolvimento

algo mais da dinâmica desses investimentos. A empresa Petróleo Brasileiro S.A (Petrobras) foi tomada como representativa de todo o setor.

O histórico da atividade no país envolve uma forte atuação pública, que tem na criação da Petrobras, em 1953, e em sua operação monopolística até 1997, marcos fundamentais. A recente abertura do setor determinou uma completa reformulação nas formas de atuação do governo sobre os investimentos em P&D, que antes eram conduzidos unicamente pelos aportes efetivados através da empresa em regime de monopólio, mas que agora são contemplados pelas múltiplas possibilidades oferecidas por um ambiente aberto à concorrência.

A existência de mecanismos facilitadores e indutores dos investimentos em P&D por meio de incentivos fiscais, que reduzem seu custo, são válidos para economias nacionais de forma geral, como será demonstrado, mas nem sempre o efeito incremental nos investimentos se cumprem quando se trata de um setor específico. Supõe-se que o setor de petróleo e gás brasileiro tenha como determinante de investimento em P&D mais forte não os custos, mas as demandas tecnológicas de seu ambiente produtivo. Vamos procurar obter uma evidência desse comportamento, e também uma medida que revele o quanto os incentivos fiscais industriais do país reduzem o custo de P&D privado no setor, sujeitando-o ao que foi batizado em estudos da OECD<sup>2</sup> de “generosidade fiscal”. Esses estudos encerram um modelo de avaliação que consideramos muito pertinente ao nosso esforço, e foram realizados sobre as economias nacionais de seus países membros.

Adicionalmente ao índice de generosidade fiscal, o índice de investimento público direto em P&D completa uma outra dimensão básica da avaliação. Obviamente, o objetivo de utilizar esses estudos como modelo não é comparar, nesse aspecto, um desempenho setorial brasileiro com os desempenhos nacionais no âmbito da OECD, pois são dimensões um tanto distintas, mas apenas avaliar o próprio setor. Situa-lo no quadro de referência do estudo que serviu de modelo será apenas ilustrativo, uma vez que não se dispõe de avaliação similar dessa natureza no país, seja

---

<sup>2</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development , organismo internacional que reúne atualmente 30 países membros, com o objetivo de compartilhar o compromisso com o governo democrático e a economia de mercado. Mais conhecida por suas publicações e estatísticas, seu trabalho cobre desde questões econômicas e sociais até comércio, educação, desenvolvimento, ciência e inovação ([www.oecd.org](http://www.oecd.org)).

para a economia como um todo, seja para qualquer um de seus setores. Da mesma forma, se desconhece qualquer avaliação similar realizada sobre setores petrolíferos de outros países, que poderiam servir a uma análise comparativa.

Dessa forma, no capítulo 2 procurar-se-á levantar a fundamentação teórica dada à questão tributária nos investimentos em P&D, considerando-os uma forma de incrementar a utilização do fator tecnologia em sistemas produtivos, caracterizando sua importância e essencialidade no processo de crescimento por via da modelagem macroeconômica. Também será visto nesse capítulo estudos que revelam de que forma os investimentos em P&D reagem a variações em seus custos, como justificativa para o emprego de ferramentas tributárias para o seu incremento, e também será mapeado o conjunto de instituições e leis que configuram aspectos de cenário no ambiente de decisões empresariais sobre os investimentos em P&D no setor de petróleo e gás brasileiro.

No capítulo 3 será fundamentada a utilização da Petrobras como empresa representativa do setor, e caracterizado seu sistema tecnológico através de descrições qualitativas. Também será demonstrada a importância representada pelo fator tecnologia em seu sistema produtivo por meio de uma avaliação quantitativa inspirada na modelagem macroeconômica de crescimento, que se apóia na estimação de funções de produção. De forma equivalente, será avaliada a sensibilidade dos investimentos em P&D da empresa com respeito às variações em seus custos e outras variáveis explicativas da demanda por P&D, tais como o nível de produto, emprego de pesquisadores e quantidade de projetos em atividade.

No capítulo 4 será levantada a atuação da política nacional de incentivos fiscais sobre o setor, estabelecendo o quanto ela consegue reduzir o custo de seu P&D, e apurado o desempenho do fundo setorial do petróleo (CTPETRO), variáveis que determinam as dimensões básicas da avaliação comparativa realizada pela OECD em seus países membros. Também serão analisados os efeitos conjuntos que a legislação setorial que cerca os investimentos em P&D, e a política nacional de incentivos, exercem sobre a postura setorial no que diz respeito ao planejamento de futuros investimentos em P&D. Por fim, no capítulo 5, serão sintetizadas algumas conclusões a respeito dessa avaliação.

## 2) Fundamentação, Referencial Teórico e Marco Institucional

A análise realizada começa por levantar as origens relevantes da discussão teórica especializada que discute a utilização de ferramentas tributárias para a promoção de investimentos em P&D, bem como de que forma o conhecimento, principal resultado dos investimentos em P&D, pode ser caracterizado e considerado como fator em modelos quantitativos com funções de produção. Procura-se também relacionar estudos promovidos pela OECD acerca da questão tributária, e uma pesquisa que avaliou a elasticidade-custo dos investimentos em P&D no âmbito de seus países membros e nos serviram, igualmente, de inspiração para implementar o estudo. Procura-se também descrever, de forma resumida, o entorno institucional que define o macroambiente empresarial da atividade de P&D no setor.

### 2.1) Por quê ,Como e Quanto Incentivar o P&D Privado ?

O Governo Federal, nos últimos 10 anos, adotou medidas ostensivas no sentido de tornarem mais atrativos os investimentos em P&D na indústria e na agricultura de forma geral, através dos programas PDTI<sup>3</sup>/PDTA (lei 8.661/1993) . Apesar desses incentivos terem sofrido contingenciamentos em 1997 (lei 9.532/1997), ainda continuam sendo os principais instrumentos fiscais vigentes de indução a investimentos privados em pesquisa no país. A lei do petróleo de 1997, que quebrou o monopólio da Petrobras no setor, criou um sistema específico de tributação com exigências de investimento às empresas concessionárias, visando, dentre outros objetivos, canalizar parte das receitas para investimentos privados em P&D, por meio da criação de fontes adicionais de recursos para compor fundos de financiamento direto à pesquisa na indústria.

Está implícito que medidas dessa natureza foram concebidas com a assunção de premissas teóricas fortes, como a consideração de que as contribuições advindas dos investimentos em P&D afetam de forma significativa o crescimento da produtividade marginal dos fatores de produção clássicos da economia: capital (K) e trabalho (L). Um importante marco teórico dessa concepção

---

<sup>3</sup> Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial / Programa de desenvolvimento Tecnológico Agropecuário



em recentes desenvolvimentos está no trabalho de Romer (2001), onde ele sintetiza um sugestivo modelo macroeconômico de crescimento com dois setores (bens e conhecimento), definindo explicitamente o emprego do fator tecnologia (A), também tratado por “estoque de conhecimento”, numa clássica função de produção do tipo Cobb-Douglas<sup>4</sup>, considerando-o como variável endógena.

A combinação desses fatores pode ser usada não somente para a produção de bens, mas também para a promoção de incrementos tecnológicos de forma determinística, gerando acumulação de conhecimento. A Tecnologia (A) é um fator endógeno que afeta a produtividade nos dois setores, pois o uso de um conhecimento não acontece necessariamente de forma exclusiva entre eles, ou seja, uma inovação pode tanto ser utilizada numa linha de produção quanto num laboratório de pesquisa, por exemplo.

O modelo apresentado por Romer(2001) é constituído por duas equações principais :

$$Y_{(t)} = [(1 - a_k)K_{(t)}]^\alpha [A_{(t)}(1 - a_L)L_{(t)}]^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1$$

$$\dot{A}_{(t)} = B[a_k K_{(t)}]^\beta [a_L L_{(t)}]^\gamma A_{(t)}^\theta \quad B > 0 ; \beta \geq 0 ; \gamma \geq 0$$

Sendo :

<b>t</b> tempo contínuo;	<b>A</b> Conhecimento;
<b>Y</b> Produto;	<b><math>\dot{A}</math></b> Evolução do conhecimento ao longo do tempo;
<b>K</b> Capital;	<b><math>a_k</math></b> Parcela de capital empregada no setor de P&D;
<b>L</b> Trabalho;	<b><math>a_l</math></b> Parcela da força de trabalho empregada no setor de P&D;
<b>B</b> Parâmetro de deslocamento ;	

A distinção que o modelo faz entre esses dois setores expressa um tratamento macroeconômico inovador da atividade de P&D, não considerada convencionalmente pela visão clássica dos modelos de crescimento inspirados em Solow (1956). Romer (2001) conclui que a acumulação de

---

<sup>4</sup> Denominação proveniente dos nomes de seus autores: o matemático Charles W. Cobb e o senador Paul H. Douglas, ambos norte-americanos.

conhecimento é provavelmente fundamental para a determinação do crescimento econômico em âmbito mundial, mas não tanto para explicar a diferença de renda entre países<sup>5</sup>.

A equação adotada para o setor produtivo pressupõe algumas hipóteses que podem ser consideradas restritivas, como a elasticidade-substituição constante entre os fatores e os retornos constantes de escala<sup>6</sup>. Greene (2003) oferece exemplos de formas funcionais flexíveis que relaxam essas hipóteses, como o modelo Translog<sup>7</sup>, mas vamos considerar aqui como válidas e aplicáveis as considerações funcionais de Romer na estimação do setor produtivo.

O parâmetro  $\theta$  é chave na determinação da forma como se dá o desenvolvimento do estoque de conhecimento na economia. Se for positivo, admite-se que o estoque de conhecimentos atuais favoreça a geração de novos conhecimentos; se for negativo, considera-se cada vez mais difícil a aquisição de um novo conhecimento, sendo os mais fáceis logo alcançados. Portanto, não há para esse setor qualquer restrição no que diz respeito a ganhos de escala, podendo ser decrescentes, constantes ou crescentes. É possível que os sistemas tributários influenciem fortemente o comportamento de um  $\theta$  para uma economia, na medida em que, através do reforço de atratividade para investimentos adicionais em projetos de P&D, se revigore a capacidade inovativa, mudando o padrão de acumulação de conhecimento.

Porter e Stern (2002) testaram empiricamente o modelo de Romer utilizando a produção de patentes como variável Proxy<sup>8</sup> para  $A(t)$ , e encontraram factibilidade para o caso em que  $\theta = 1$ , embora não tenham obtido sucesso em determinar a influência de  $A(t)$  na produtividade total dos fatores. Uma relevante implicação no modelo para  $\theta = 1$  é que, muito provavelmente, o setor de produção de conhecimentos terá rendimentos crescentes de escala. Porter e Stern (2002) revelam ainda que o patenteamento internacional provoca retornos positivos na produção nacional de idéias. Os investimentos em P&D numa economia, sendo importantes para o estabelecimento de

---

<sup>5</sup> Nesse aspecto ele avança em investigações mais detalhadas visando averiguar os determinantes institucionais que causam diferenças no produto entre países, para uma dada alocação física dos fatores capital e trabalho.

<sup>6</sup> Que implicam, por exemplo, na duplicação do produto caso se dupliquem as quantidades dos fatores capital e trabalho para um dado nível de acumulação de conhecimento.

<sup>7</sup> Proveniente de “Transcendental Logarithmic”.

<sup>8</sup> Do inglês : procurador, representante, substituto, que faz as vezes de.

trajetórias favoráveis de crescimento de longo prazo, e pressupostamente correlacionados positivamente ao incremento no estoque de conhecimento mensurável através das patentes, parecem não ter fôlego suficiente para se auto-sustentarem em níveis de aplicação desejáveis socialmente.

A apropriação do conhecimento através de patentes confirma uma conclusão do modelo de Romer (2001) no que diz respeito a uma das externalidades positivas produzidas por P&D : assume-se que os inovadores não possuem controle da utilização de suas idéias no setor de produção de conhecimentos, eles auferem ganhos quando elas são utilizadas no setor de produção, mas o fato de uma concessão de patente implicar na revelação do conhecimento faz com que esse possa ser utilizado livremente por outros inovadores, inspirando novos avanços de conhecimento.

Modelos teóricos de crescimento que endogenizem o conhecimento enquanto fator de produção ajudam a entender sua relevância econômica no processo, mas não podem explicar o porquê da necessidade de governos lançarem mão de mecanismos indutores de investimentos. De acordo com Donselaar (2000), governos incentivam o P&D privado porque o retorno social dos investimentos é maior que o retorno privado, gerando um efeito “transbordamento” que não é capitalizado pela empresa, mas que de alguma forma beneficia outros agentes microeconômicos e reforça uma contribuição para um resultado macroeconômico. Como consequência, o investimento privado ótimo torna-se inferior ao ótimo social, e o complemento para que o ótimo social possa ser atingido advém, além de outros estímulos, da indução governamental promovida através de incentivos fiscais sobre os investimentos e o seu financiamento direto com recursos públicos.

Examinando detalhadamente o esquema de Donselaar (2000) (ver figura 1), pesquisas mostram que o apoio governamental (seta 1), além de uma variedade de outros fatores explicativos (seta 2), exerce um efeito sobre o P&D total privado. Contudo, esse P&D não é em si o objetivo último dos incentivos governamentais, mas apenas os meios para se chegar aos seus efeitos econômicos. Nesse contexto, podemos distinguir dois efeitos diretos do P&D entre os investidores: um efeito produtividade (seta 3) , e um efeito na curva de demanda (seta 4). O P&D pode conduzir a firma

a altos níveis de produtividade através de melhorias em processos e em melhor qualidade dos produtos. O alto nível de produtividade implica que uma produção maior poderá ser obtida com o emprego do mesmo nível dos recursos Capital e Trabalho. Uma vez que isso implique em redução de preço do produto ou em redução na razão preço-qualidade, o resultado será um incremento na demanda e, conseqüentemente, um maior nível de produção.

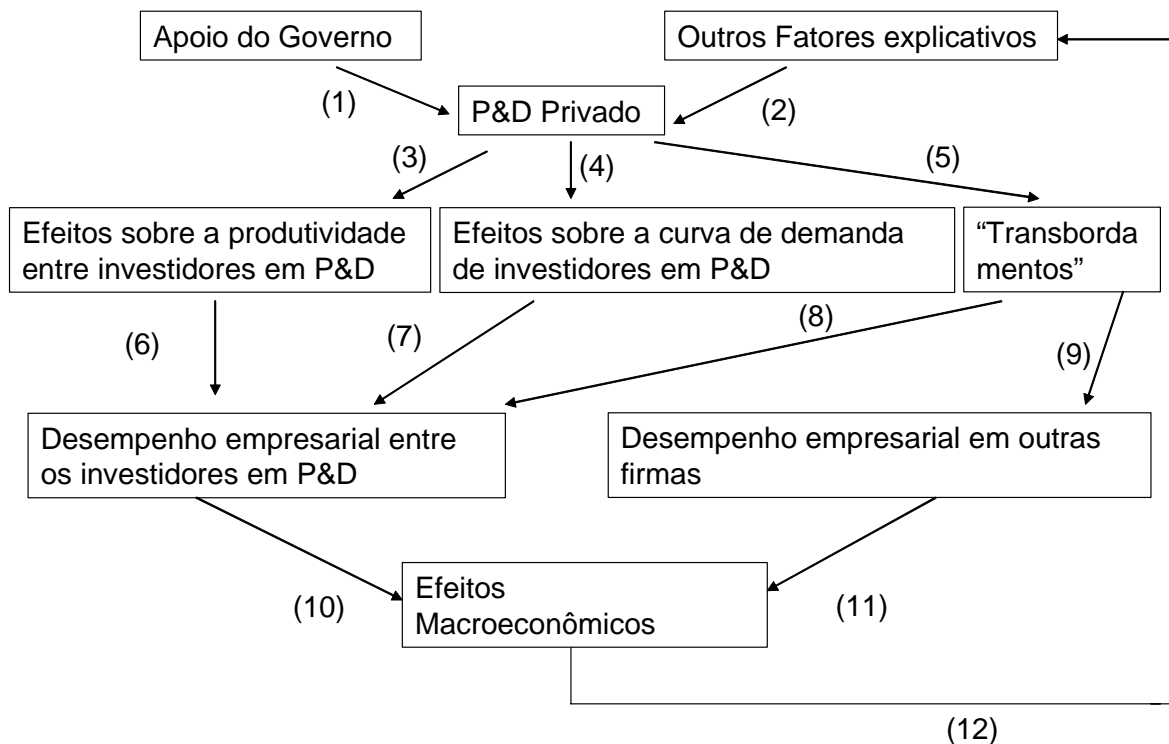
Através dos efeitos na produtividade e no deslocamento da curva de demanda, os investimentos em P&D influenciam o desempenho dos investidores (setas 6 e 7). Dentre outras coisas, isso se reflete no nível de giro dos negócios, no nível de emprego e no valor adicionado das firmas. Uma outra categoria de efeitos, as externalidades positivas advindas dos “transbordamentos”, são as principais conseqüências visadas pelas políticas governamentais de incentivo.

São os efeitos do P&D resultantes em outras firmas, particularmente aquelas que não realizaram os investimentos, que conduzem a uma situação em que o retorno social é maior que o retorno privado. Esses efeitos “transbordamento” (seta 5), que por sua vez também podem ser divididos em efeitos na produtividade e no deslocamento da curva de demanda, ocorrem tanto nas firmas que investem (seta 8) como nas que não investem em P&D (seta 9).

Os efeitos totais sobre as firmas em geral, combinados, determinam efeitos macroeconômicos sobre as vendas, valor adicionado, emprego, investimentos, lucratividade etc (setas 10 e 11). Por fim, a continuidade desses efeitos macroeconômicos, afetando preços e salários, irá criar efeitos de segunda ordem, que irão retro-alimentar os “outros fatores explicativos” (seta 2), fechando um ciclo virtuoso.

Segundo estudos da OECD (2002), a intensidade dos investimentos em P&D dos países e seus respectivos desempenhos de crescimento tendem a ser correlacionadas à fração das pesquisas financiadas pelas empresas. E mais: deficiências de mercado geralmente conduzem as empresas a subinvestir em P&D, pois devido aos efeitos transbordamentos e outras externalidades, a taxa de retorno privada torna-se inferior à social. Estudos econométricos citados nesse relatório mostram que as taxas sociais de retorno podem ser até cinco vezes maiores que as taxas privadas, tornando a tecnologia um negócio inviável numa economia de mercado.

**Figura 1 - Efeitos do Estímulo ao P&D Privado**



**Fonte: Donselaar et al (2002).**

## 2.2) Quadro geral OCDE e estudos realizados sobre a efetividade dos incentivos fiscais a P&D

Abordagens empíricas procuram avaliar em que medida se dá a atuação governamental no sentido de minimizar essa diferença entre ótimo privado e ótimo social. Estudos recentes da OECD (2002) comparam seus países membros no desenho de sistemas tributários, estabelecendo padrões no que diz respeito ao conjunto de incentivos sobre gastos com pesquisa oferecidos às empresas. Muitos deles têm empreendido ajustes com o objetivo de torná-los mais efetivos, de acordo com seus objetivos de melhorar o desempenho inovativo de suas economias, tal como é o caso de Portugal e Espanha em anos recentes.

A importância de um governo no incremento dos gastos com pesquisa é indiscutível, o que se procura avaliar é a forma e o impacto causado por sua atuação no sistema econômico. O estudo

da OECD (2002) aponta que, em média, os países têm conseguindo esse incremento de gastos na exata medida da renúncia fiscal implementada. No entanto, para que essa efetividade ocorra, os sistemas tributários devem levar em conta algumas considerações fundamentais, como :

- 1) Administração: os incentivos devem permitir às empresas um planejamento de longo prazo, e proporcionar-lhes fácil acesso;
- 2) Forma do incentivo: reduções de base de cálculo ou do imposto a pagar tendem a provocar diferentes efeitos nos processos decisórios de grandes e pequenas firmas;
- 3) Volume ou incremento: a aplicação de incentivos sobre o volume de gastos ou sobre o incremento num período tem diferentes implicações;
- 4) Alvo dos incentivos: priorização para pequenas ou grandes firmas;
- 5) Definições de P&D: os incentivos podem ser direcionados à pesquisa básica, aplicada , construção de protótipos etc ;
- 6) Atratividade a firmas estrangeiras: a generosidade do sistema fiscal para pesquisas pode ser um fator de atração de investimentos estrangeiros;

Em boa medida, a política nacional de incentivos aos gastos com P&D no país tem procurado observar essas características em sua arquitetura. Serão detalhados mais adiante os instrumentos que colocam em prática essa política, e também aqueles que incidem diretamente sobre o setor de petróleo e gás brasileiro.

Voltando às questões inibidoras dos investimentos, o estudo da OECD (2002) sugere ainda que imperfeições de mercado, como informação assimétrica e competição imperfeita, desencorajam os gastos privados com P&D. Dessa forma, como em qualquer outra categoria de investimento, as firmas não realizam esse tipo de gasto se não vislumbrarem boas possibilidades de lucros futuros. Através da mudança dos custos relativos de P&D, por meio de um sistema de incentivos fiscais, os governos podem corrigir essas imperfeições e motivar um aumento no nível de investimentos privados em P&D mais compatíveis com um ótimo social.

Diversos fatores podem influenciar o nível de gastos privados com P&D, incluindo, dentre outros:

- A estrutura industrial do país;
- O número de grandes e pequenas firmas ;
- A disponibilidade de pessoal adequado e infra-estrutura tecnológica ;
- O nível de abertura à economia mundial ;
- O nível de gastos governamentais com pesquisa básica ;
- A existência de canais adequados entre investimentos públicos e privados ;
- A extensão da proteção da propriedade intelectual ;

O papel relativo desses fatores na determinação de um perfil de P&D ou da performance inovadora de determinada economia é bastante complexo.

Prossegue ainda o estudo da OECD (2002), afirmando que o financiamento direto à pesquisa permite aos governos induzir os gastos de acordo com necessidades sociais, ou onde existam diferenças marcantes entre retornos públicos e privados. Contudo, esse tipo de ação deixa os governos expostos a críticas no que diz respeito ao benefício alcançado por alguns agentes em detrimento de outros, e também podem deslocar investimentos privados, distorcendo a competitividade de mercados. Os incentivos fiscais concedidos aos gastos qualificados como P&D apresentam um diferente conjunto de vantagens e desvantagens que devem ser cuidadosamente examinados.

Geralmente, tais medidas tendem a privilegiar certos tipos de gastos, e devem ser consideradas dentro de um contexto mais amplo, como o sistema tributário do país, para que possam alcançar plenamente seus objetivos. Da mesma forma, deixam aos mercados –e não aos governos – a decisão de alocação dos gastos entre diferentes setores.

O desenho ideal de incentivos tributários às atividades de P&D deve levar em conta também:

- A diferenciação entre gastos correntes (custeio) e de capital (investimento);
- A forma como o crédito tributário é calculado: se na redução de bases de cálculo ou no desconto de valores devidos;

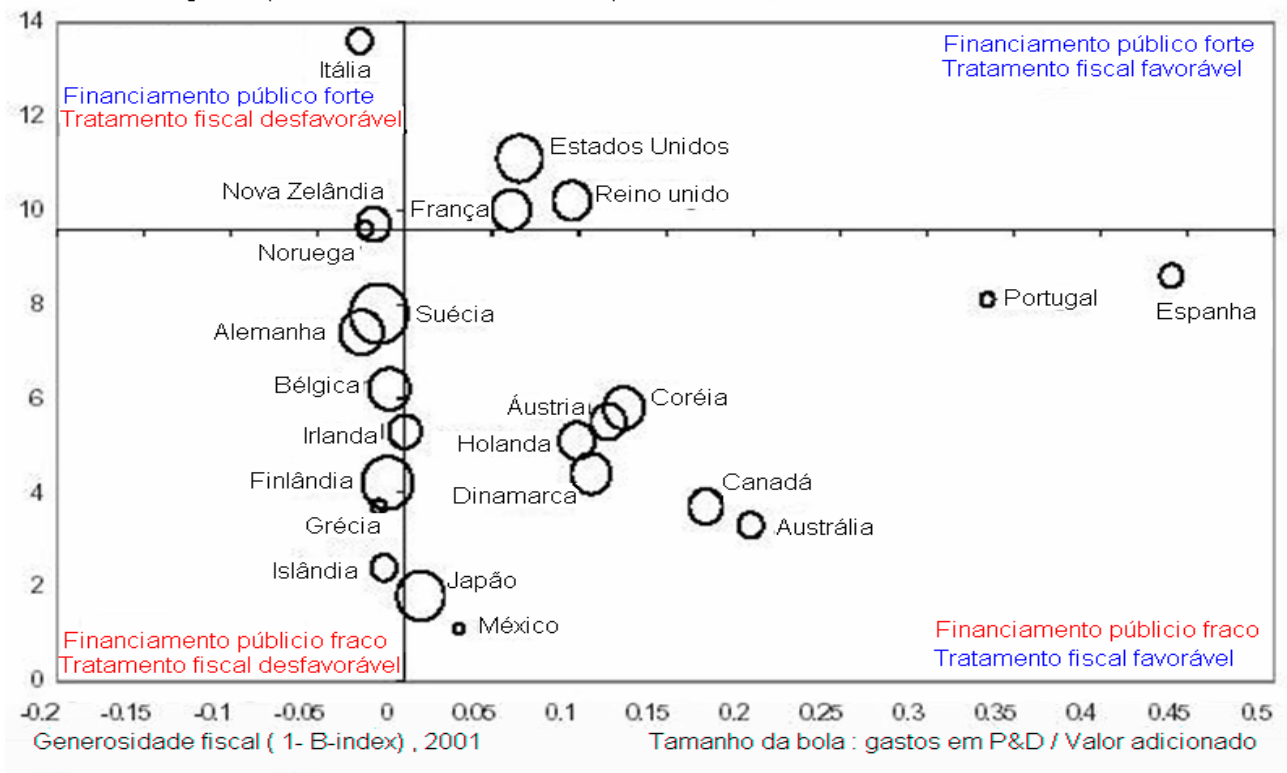
- Se apurado sobre níveis totais de gastos ou incrementos em relação a períodos passados;
- O porte das empresas: se grande , médio ou pequeno;
- Os tributos incentivados e as esferas de governo envolvidas: federal, estadual ou municipal.

### 2.2.1) O B-index

Uma questão que fatalmente surge na avaliação de mecanismos tributários indutores de investimentos é a forma de medir a sua atuação. Uma ferramenta analítica utilizada para medir a generosidade dos sistemas de incentivos fiscais entre os países é o indicador conhecido como “B-index” (Warda 2001). Seu resultado mede o valor presente de receita antes dos impostos (receita bruta) necessária para cobrir o custo inicial de US\$ 1.00 de investimento em P&D e mais os impostos corporativos incidentes, de forma que a atividade de pesquisa se torne lucrativa.

**Figura 2 - Gráfico comparativo de sistemas nacionais de incentivos fiscais e financiamento público a P&D.**

Percentual dos gastos privados em P&D financiados pelo Governo , 2000 ou último ano



Fonte: OECD (2001).



O estudo da OECD (2002) realizou cálculo de B-index para diversos países, combinado com levantamentos sobre financiamentos governamentais diretos e sobre a participação de P&D no valor adicionado dos negócios em suas economias, gerando uma interessante representação gráfica (figura 2), que tornam visíveis e comparáveis essas três dimensões entre diversos países. Uma forma mais direta de expressar o quão generoso é um sistema tributário sobre os investimentos realizados em P&D, seria pensar nos benefícios em termos de “1 – B-index”, que resultam numa espécie de medida de renúncia fiscal, ou generosidade relativa, sobre uma unidade monetária de investimento.

No gráfico, podemos facilmente identificar nos quadrantes os espaços de combinação entre “robustez” (assinalado em azul) e “timidez” (assinalado em vermelho) no que diz respeito ao nível de financiamento público ao P&D privado e ao tratamento concedido pelo sistema fiscal do país às empresa que investem em P&D. Assim, notamos que Estados Unidos, França e Reino Unido são países onde o P&D é mais estimulado, tanto por uma via como pela outra, ao passo que países como Alemanha, Islândia e Grécia não são nada generosos com o seu P&D.

**Tabela 1 - Generosidade Fiscal sobre US\$ 1.00 de investimento em P&D de grandes firmas**

<b>País</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>1999</b>	<b>2001</b>	<b>2004</b>
Austrália	0,28	0,21	0,11	0,20	0,12
Austria	0,02	0,07	0,12	0,12	0,11
Bélgica	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Canadá	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Dinamarca	0,00	0,13	-0,02	0,11	0,18
Finlândia	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
França	0,09	0,08	0,09	0,06	0,13
Alemanha	-0,05	-0,05	-0,04	-0,02	-0,02
Grécia	-	-	-0,01	-0,01	-0,01
Hungria	-	-	-	-	0,16
Islândia	-0,03	-	-0,03	-0,01	-0,01
Irlanda	0,00	-	0,06	-	0,05
Itália	-0,04	-0,05	-0,03	-0,03	-0,03
Japão	-0,02	-0,01	0,02	0,01	0,14
México	-0,02	-0,02	0,03	0,03	0,39
Holanda	-0,02	0,10	0,10	0,10	0,02
Nova Zelândia	-	-	-0,13	-0,02	-0,02
Noruega	-0,04	-0,02	-0,02	-0,02	0,21
Portugal	-0,02	-0,02	0,15	0,34	0,28
Espanha	0,25	0,28	0,31	0,44	0,44
Suécia	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01
Suíça	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01
Estados Unidos	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10
Reino Unido	0,09	-0,02	0,07	0,07	0,07

Fonte : OECD (2004)

Nota-se, também, que há bolas grandes nesses dois quadrantes onde há “robustez” ou “timidez” conjunta, indicando que esses países tem em P&D uma parte representativa do valor adicionado privado. Nos espaços intermediários “habitam” países que estão incentivando parcialmente o P&D, ou seja, estão sendo fortes em apenas uma das dimensões, merecem destaque Portugal e Espanha, com altos índices de generosidade fiscal.

Um levantamento mais recente da OECD (2004) (tabela 1) mostra a evolução do indicador de generosidade fiscal, no âmbito de grandes firmas, entre os anos de 1990 e 2004 em seus países membros. Desse quadro destacam-se algumas posições extremas, como a forte generosidade praticada pela Espanha desde a década passada, pelo menos, e a elevada taxaço a P&D praticada pela Nova Zelândia em anos mais recentes, sobretudo em 1999. Merece destaque também a regularidade nas políticas de países como Austrália, Áustria, Canadá, França e Espanha, mantendo níveis positivos de generosidade durante todos os levantamentos, com o Canadá sendo o campeão em estabilidade, e Finlândia, Alemanha, Itália, Suécia e Suíça em níveis negativos. Destaca-se, também, o “despertar” tardio do México, saltando de 0,03 em 1999, para 0,39 em 2004.

Não encontramos referências a um cálculo nacional do B-index, de forma que se torna interessante estimá-lo para o setor de petróleo e gás, avaliando a possibilidade de adotá-lo como indicador de acompanhamento de sua política de incentivo tecnológico. Da mesma forma, medir a participação do governo nos investimentos em P&D permitiria localizá-lo num gráfico que combina generosidade fiscal e nível de investimento direto em P&D, comparando a política de incentivos incidentes sobre o setor com as que são implementados em diversos países no âmbito da OECD, muitos dos quais exercendo alguma forma de liderança tecnológica.

### 2.2.2) A elasticidade-custo dos investimentos em P&D

Não basta, porém, que um sistema tributário seja generoso para que os incrementos almejados aconteçam, mas que os agentes por ele alcançados sejam sensíveis a variações no preço dos investimentos. Uma modelagem proposta originalmente por Hall e Jorgenses (1967) permite a medição do impacto da carga fiscal sobre o preço dos investimentos em P&D. Essa metodologia

combina o uso de informações sobre impostos, depreciações aceleradas e integração entre taxaço pessoal (pessoa física) e corporativa (pessoa jurídica). O objetivo   derivar uma pr -taxa real de retorno em investimentos marginais em P&D necessária para produzir uma taxa mínima de retorno após os impostos.

Outra avalia o similar inclui estudos promovidos por Hall (1999), que procuraram estudar os efeitos que os incentivos fiscais provocam sobre os dispêndios privados com P&D. Diferentes tipos de equa es econométricas que determinam a previsão por demanda de investimentos em P&D são testadas, indicando a sensibilidade dos investimentos aos seus custos relativos.

Em um levantamento particularmente interessante, que segue a mesma linha deste último, Bloom, Griffith e Reenen (2000) estudaram nove países da OCDE durante 19 anos, entre 1979 e 1997, confirmando evidências econométricas de que os incentivos fiscais são realmente efetivos no incremento da intensidade de P&D em países. Seus resultados confirmam que 10 por cento de redu o no custo de P&D estimulam o crescimento de cerca de 1 por cento nos gastos no curto prazo, e de cerca de 10 por cento no longo prazo (10 anos), ou seja, a elasticidade-preço dos gastos com P&D no longo prazo   de aproximadamente 1. Foram testadas, com bons resultados em termos de significância estatística, três diferentes equa es :

$$(1) \text{ Modelo Simples} : r_{it} = \alpha + \beta y_{it} - \gamma \rho_{it} + u_{it}$$

$$(2) \text{ Modelo Ampliado} : r_{it} = \beta y_{it} - \gamma \rho_{it} + f_i + t_t + u_{it}$$

$$(3) \text{ Modelo Dinâmico} : r_{it} = \lambda r_{it-1} + \beta y_{it} - \gamma \rho_{it} + f_i + t_t + u_{it}$$

Onde : i   indexador de país ; t   indexador de tempo;

r   Ln do gasto em P&D privado; f   Efeitos fixos (popula o de cientistas, língua, cultura etc);

y   Ln do produto;

$\rho$    Ln do custo de P&D;

u   Resíduo

t   Dummy de tempo, para captar efeitos de choques;

O modelo simples, de acordo com os autores, pode ser considerado a forma estocástica da equação de demanda por capital de P&D derivada de uma função de produção CES<sup>9</sup> onde, em estado estacionário, o capital em P&D é proporcional ao seu fluxo de investimento. O coeficiente  $\gamma$  pode ser interpretado como a elasticidade-preço de P&D com respeito ao seu custo, e esse modelo simples foi um conveniente ponto de partida de investigação dos autores sobre a relação entre P&D e incentivos fiscais. Os modelos ampliado e auto-regressivo já são extensões do modelo básico.

Essas equações são por demais atraentes, pois seus parâmetros revelam diretamente as elasticidades associadas a cada variável independente, mostrando-se medidas de sensibilidade de grande poderio analítico. Na análise desenvolvida considera-se que o modelo básico pode ser convenientemente utilizado como ponto de partida para avaliações setoriais da elasticidade-custo dos investimentos em P&D.

Os resultados alcançados por Bloom, Griffith e Reenen (2000) para o modelo básico, por meio da estimação através de mínimos quadrados ordinários (MQO)<sup>10</sup> sobre 165 observações, revelam uma elasticidade-custo ( ) de  $-0,354$  com erro padrão de  $0,101$ , e uma elasticidade-produto ( ) de  $1,184$ , com erro padrão  $0,224$ , altamente significativos. Para calcular a elasticidade-custo de longo prazo, foi rodado o modelo dinâmico, que resultou em um ajuste de 155 observações e apresentou os seguintes resultados : elasticidade-investimento defasado em 1 período ( $\lambda$ ) de  $0,0868$  com erro padrão de  $0,043$ , elasticidade-custo ( ) de  $-0,0144$  com erro padrão de  $0,054$ , e elasticidade-produto ( ) de  $0,143$ , com erro padrão  $0,163$  (ver tabela 2). O cálculo da elasticidade-custo de longo prazo foi feito através do coeficiente :  $y / ( 1 - \lambda )$ .

Uma conclusão primária dos autores é de que os incentivos fiscais realmente importam em políticas públicas nacionais que visem aumentar a intensidade dos investimentos em P&D,

---

<sup>9</sup> Elasticidade substituição constante : função do tipo  $f(x) = A[\sum_i a_i X_i^\rho]^{1/\rho}$ , sendo  $a_i$  e  $A$  constantes positivas,  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  seus argumentos e  $\rho = \frac{1}{(1 - \rho)}$  a elasticidade substituição. Adotamos

implicitamente essa hipótese na escolha do modelo de Romer (2001) para explicar o comportamento do setor produtivo

<sup>10</sup> OLS em inglês ( Ordinary Least Squares)

atuando por intermédio da redução em seu custo, com elasticidade próxima a 1 no longo prazo. Prosseguem os autores alegando, no entanto, que esses incentivos não são necessariamente desejáveis, pois há outros fatores que deveriam ser avaliados em termos de custo-benefício, além da elasticidade-custo do P&D, como por exemplo:

1. O custo administrativo de monitoração do sistema de crédito ;
2. Potenciais efeitos perversos do sistema de incentivos, distorcendo a atividade econômica ;
3. Num mundo de externalidades positivas em P&D, estaria um país realmente melhor promovendo incentivos ao desenvolvimento próprio, em detrimento do livre aproveitamento dos desenvolvimentos estrangeiros ?

Finalmente, os autores concluem considerando que a presença de incentivos fiscais sobre investimentos em P&D denotam um comportamento competitivo entre governos, e que, por esse motivo, deveriam ser tratados endogenamente nos modelos. Assim, oferecem um caminho a ser explorado em futuras pesquisas.

As evidências indicam que há uma combinação ideal entre financiamento direto e incentivos fiscais para cada economia, que produzem um resultado ótimo em termos de nível de investimento e retornos sociais esperados dos gastos privados com P&D. Os diversos países da OCDE avaliados nesses estudos apresentaram uma rica variabilidade nessa combinação.

**Tabela 2 - Resultados da estimação dos modelos (1) e (3)**

Variável Dependente	Modelo Básico (1)	Modelo Dinâmico (3)
$\Gamma_{t-1}$	-	0,868
	-	0,043
$\rho_t$	-0,354	-0,144
	0,101	0,054
$y_t$	1,184	0,143
	0,224	0,163
Elasticidade-custo de Longo Prazo / Valor p		-1,088
		0,024
Observações	165	155

Fonte : Bloom, Griffith e Reenen (2000)

Embora o setor de petróleo e gás brasileiro historicamente tenha seus níveis de investimento em P&D ditados por uma política de intervenção direta no ambiente econômico, podendo ser interpretada como um “financiamento direto” via empresa estatal, a abertura recente do setor possibilitou a diluição da atuação monopolística da Petrobras, abrindo portas para novos entrantes, e, portanto, demandando novas formas de garantir níveis ótimos de investimentos. Aparentemente, os investimentos em P&D no setor comportaram-se de forma indiferente às variações em seu custo, por terem sido determinados politicamente, mas é interessante buscar-se uma confirmação quantitativa dessa evidência, em avaliação econométrica similar, a qual será desenvolvida no capítulo 3.

Por ora, procurou-se apresentar alguns estudos práticos e acadêmicos que abordaram o tema, particularmente aqueles que ofereceram uma espécie de inspiração instrumental a ser aplicada sobre o setor de petróleo e gás brasileiro, para caracterizar adequadamente elementos de seu processo de P&D, e para avaliar os efeitos de uma atuação governamental por via de política de incentivos fiscais sobre os investimentos, e financiamento direto.

### 2.3) Incentivos, Subsídios e Obrigações Fiscais – O Entorno Institucional de P&D no Setor

Os gastos com investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), na indústria do petróleo brasileira, são contemplados pela legislação fiscal e regulatória do setor sob três formas distintas, que procuramos discriminar de acordo com o grau de influência exercido sobre as decisões empresariais:

1) Imposição, às empresas produtoras de petróleo e gás, da obrigação de investir em P&D 1% (um por cento) da receita bruta de campos cuja produção caia na incidência do tributo denominado “Participação Especial”<sup>11</sup>, como prevêm os sucessivos contratos de concessão licitados pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), a partir da quebra do monopólio da Petrobras em 1997 (Emenda Constitucional 9/1995, lei 9.478/1997 e decreto 2.705/1998);

---

<sup>11</sup> Descrito em detalhes mais adiante.

2) Estímulo à capacitação tecnológica através da criação de uma estrutura permanente de gestão, motivada pela busca do aproveitamento de uma variada gama de incentivos fiscais prevista pelo Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial e Agropecuário (PDTI/PDTA - lei 8.661/93), e outros benefícios, tais como os previstos pela lei 10.637/02;

3) Constituição de fundo setorial para subsidiar pesquisas no país, proveniente da tributação especial incidente sobre a indústria do petróleo brasileira, instituída depois da quebra do monopólio da Petrobras (lei 9.478/97), com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento sustentável do setor, através do aumento da produção e da produtividade, redução de custos e preços e da melhoria da qualidade dos produtos e da vida de seus usuários. Esse fundo é mais conhecido como “CTPETRO”;

No que diz respeito às instituições públicas, encontram-se envolvidas diversas entidades do âmbito executivo federal<sup>12</sup> ligadas diretamente às ações de política fiscal, as quais de alguma forma fazem parte do escopo da avaliação desenvolvida. Assim, por se tratarem de gastos com tecnologia, são relevantes os atos provenientes do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), responsável por um grupo de leis e decretos regulamentadores que versam basicamente sobre incentivos aos investimentos em pesquisa. Por se tratar do setor de petróleo e gás, interessa também a ação direta da Agência Nacional de Petróleo (ANP), encarregada da regulação, contratação e fiscalização ampla do setor, e, indiretamente, de alguns atos do Ministério das Minas e Energia (MME). Por se tratarem, ainda, de situações que envolvam tributação, interessam algumas ações do Ministério da Fazenda, da mesma forma também responsável por leis e decretos citados nesse trabalho. Em geral, esses atos executivos têm seguido um padrão sequencial de instrumentos legais, começando pela medida provisória, que, uma vez votada e aprovada pelo Congresso Nacional, transforma-se em lei, que, posteriormente, será detalhada e regulamentada por um decreto<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> Muito embora haja instituições estaduais e municipais que atuem através de fundos, programas especiais e fundações de amparo à pesquisa, vamos considerar neste estudo apenas as que tenham atuação em âmbito nacional e que de fato exerçam influência sobre as decisões empresariais de grande porte no setor, especificamente no que concerne aos investimentos tecnológicos.

<sup>13</sup> Não sendo o caso, portanto, de um processo legislativo comum.

Em se tratando de iniciativa empresarial<sup>14</sup>, os níveis históricos de investimento em P&D no setor de petróleo brasileiro realizados pela Petrobras, desde a década de 1950, demonstram nitidamente a forte inclinação estratégica do governo brasileiro em capacitá-lo tecnologicamente, independentemente da existência de instrumentos indutivos. Inicialmente, motivado pelas demandas de um contexto substituidor de importações, procurando minimizar a dependência externa de derivados de petróleo, e, atualmente, liderando um processo na busca pela completa auto-suficiência energética em hidrocarbonetos.

Mesmo com a quebra do monopólio da empresa, em 1997, e com o surgimento de novos entrantes no mercado, a intensidade desses investimentos prosseguiram, sugerindo uma sinalização favorável por parte de seus acionistas privados no que diz respeito ao seu posicionamento tecnológico.

A forma como o Governo Federal tem atuado sobre o setor por vezes revela um comportamento ambíguo, quando, por exemplo, obriga as empresas a investir em P&D através dos contratos de concessão, e, ao mesmo tempo, contingencia gastos de empresas estatais no esforço de cumprimento de metas de superávit primário. Muito embora a Petrobras não seja propriamente uma empresa pública<sup>15</sup>, seus gastos refletem-se diretamente no orçamento geral da união, sujeitando-os, portanto, às ações expansivas e restritivas da política fiscal.

Verifica-se, facilmente, que a parte mais substancial do que estamos considerando como política de incentivos fiscais aos investimentos em P&D no setor é, de fato, aquela voltada para a indústria como um todo, tal como prevê a lei que originou o PDTI e seus desdobramentos em outras formas de incentivo. Nesse aspecto, verificamos que o governo federal não discriminou

---

<sup>14</sup> A forte atuação direta de um “governo empresário monopolista” nas atividades da indústria é reflexo de sua importância estratégica para o país, sendo essa linha de atuação uma característica já adotada por muitos países industrializados à época que precede a criação da Petrobras, como França (1924), Alemanha (1935) e Itália(1953).

<sup>15</sup> De acordo com seu estatuto social, a Petrobras é uma sociedade de economia mista, cujo controle é exercido pelo Governo Federal através da posse de, no mínimo, cinquenta por cento mais uma ação, do capital votante da sociedade.



qualquer sorte de empresas ou setores específicos, e transcorre informalmente um debate teórico, tanto no meio acadêmico como empresarial, que questiona a validade ou pertinência de políticas de incentivo que atinjam igualmente setores ou empresas que invistam muito, pouco ou nada em P&D, ou que sejam dinâmicos ou estagnados nessa categoria específica de investimentos.

O entendimento de que o setor de petróleo e gás brasileiro, assim como grandes empresas dirigidas majoritariamente pelo Governo Federal, como o Sistema Petrobras e, portanto, já determinadas por uma política setorial de investimento tecnológico, não devam ser alcançadas adicionalmente por incentivos dessa categoria não é aqui ponto de interesse, embora o consideremos de extrema relevância. Portanto, interessa-nos um aspecto puramente empresarial do setor, no que diz respeito à atuação de sua empresa hegemônica em ambiente formalmente aberto à concorrência.

De forma mais pormenorizada, vamos descrever agora em que se constituem os incentivos, subsídios e obrigações que afetam as decisões sobre gastos com pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor de petróleo e gás brasileiro, procurando destacar os aspectos legais mais importantes, sem descer aos cansativos trâmites prescritivos de medidas provisórias, leis, decretos e portarias.

Para descrições ainda mais detalhadas do que será apresentado a seguir, recomendamos consultar os próprios instrumentos legais de origem.

### 2.3.1) Incentivos

Não há incentivos específicos ao setor de petróleo e gás no que se refere a gastos com tecnologia, discute-se, portanto, os incentivos aos gastos com tecnologia industrial de forma geral, partindo de um instrumento amplamente utilizado pelo governo federal para a concessão de benefícios fiscais às empresas que investem em tecnologia desde 1993, conhecido como Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (PDTI).

O objetivo do PDTI, de acordo com o artigo 2º do decreto 949 de 05/10/1993, é “a capacitação tecnológica da empresa, visando a geração de novos produtos ou processos, ou o evidente aprimoramento de suas características, mediante a execução de programas de pesquisa e desenvolvimento próprios ou contratados junto a instituições de pesquisa e desenvolvimento, gerenciados pela empresa por meio de uma estrutura permanente de gestão tecnológica.”. Este decreto regulamentou a lei 8.661 de 02/06/1993; é importante observar, porém, que posteriormente o governo restringiu o alcance de alguns benefícios dessa lei, como medida de ajuste fiscal após a crise cambial de 1997, através da lei 9.532 de 10/12/1997. Velho e Saenz (2002) alegam que essa última lei, muito provavelmente, foi sancionada porque o programa não foi eficaz na atração de novas firmas aos investimentos em P&D, bem como não foi capaz de descentralizá-los ou envolver instituições fora do eixo Rio - São Paulo, e não simplesmente como medida de ajuste à crise.

Assim, as empresas do setor de petróleo e gás são alcançadas pelos incentivos fiscais sobre gastos com pesquisa e desenvolvimento tecnológico previstos no PDTI, que são :

- Dedução de Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ);
- Redução de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI);
- Depreciação e Amortização Aceleradas;
- Crédito de IRPJ e redução de Imposto sobre Operações Financeiras (IOF);
- Dedução de pagamentos de royalties e assistência técnica como despesa operacional;

Obviamente, são contemplados com esses benefícios os gastos diretamente relacionados a pesquisa tecnológica, ou seja, aqueles que envolvem pesquisa básica dirigida, pesquisa básica, desenvolvimento experimental e serviço de apoio técnico. Há uma série de procedimentos que devem ser cumpridos para que a empresa possa usufruir desses benefícios, que culminam numa portaria do MCT autorizando seu uso. O período de vigência de cada PDTI é de 5 anos, e não se pode deixar de mencionar que o programa em si envolve um plano minucioso onde são descritos os objetivos, as metas, os prazos e as atividades a serem executadas, compondo um conjunto

articulado de linhas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico. Anualmente, o MCT, diretamente ou através de suas agências<sup>16</sup>, acompanha o plano de execução das atividades previstas nos PDTIs aprovados.

Uma seqüência de atos do Ministério da Fazenda, a partir de 2002, ampliou o alcance dos incentivos fiscais aos gastos com pesquisa e desenvolvimento tecnológico no país, até então contemplados apenas pelo que se previa no PDTI, são eles : medida provisória 66 de 29/08/2002, lei 10.627 de 30/12/2002 e decreto 4.928 de 23 de dezembro de 2003. Este último ato consolidou o PDTI como instrumento básico de concessão e acompanhamento de todos os incentivos fiscais existentes. Os últimos benefícios previstos por essa legislação contemplam, basicamente :

- Dedução de despesas com P&D no lucro líquido e na base de cálculo da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSSL) ;
- Dedução total no lucro líquido de dispêndios que resultem em depósito de patente registrada no INPI e em pelo menos uma entidade de exame reconhecida pelo Tratado de Cooperação sobre Patentes (Patent Cooperation Treaty – PCT);

Como se pode observar, são generosos os incentivos que cercam esses gastos; seu aproveitamento, no entanto, requer o cumprimento de formalidades como a montagem e apresentação de um PDTI, que, além de um relatório detalhado sobre a empresa, sua estrutura tecnológica e planejamento de atividades, inclusive previsões orçamentárias minuciosas para os próximos 5 anos, requer a apresentação de certidões negativas de débito perante órgãos federais como a Secretaria da Receita Federal (SRF), Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), dentre outros.

De acordo com a agência governamental financiadora de estudos e projetos (FINEP), em sua página na internet, do setor de petróleo e gás somente a Petrobras figura como empresa que já obteve aprovação de PDTI, em duas ocasiões distintas, mesmo assim em apenas uma de suas

---

<sup>16</sup> Dentre as quais, a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) é a que mais se destaca.

muitas linhas de pesquisa. Em relatório anual de acompanhamento do PDTI em 2002 (MCT 2002), podemos verificar os 10 maiores programas em execução ou finalizados até esse ano. Atualmente, a empresa está pleiteando a aprovação de 8 PDTIs que abrangem todas as suas linhas de pesquisa (MCT 2003), num esforço para enquadrar a totalidade de seus gastos com P&D no alcance dos incentivos.

**Tabela 3 - PDTI , Programas em execução ou finalizados até 31/12/2002 , em**

**milhões de reais**

<b>Empresa</b>	<b>Estado</b>	<b>Investimentos</b>	<b>Incentivos</b>
1 Empresa brasileira de Aeronáutica S/A	SP	802,97	142,06
2 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	417,63	337,25
3 FIAT Automóveis S/A	MG	402,63	17,02
4 FIAT Automóveis S/A	MG	223,90	53,17
5 Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL)	RJ	190,85	47,71
6 Cia Paranaense de Energia (COPEL)	PR	188,13	28,20
7 PIRELLI Pneus S/A	SP	183,79	25,35
8 MULTIBRAS Eletrodomésticos	SP	166,83	39,56
9 Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais - USIMINAS	MG	144,64	51,40
10 COPESUL - Cia Petroquímica do SUL	RS	140,45	27,40

**Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (2002)**

O programa ainda prevê a possibilidade do aproveitamento de incentivos “*ex post*” sobre os gastos incentivados por abatimentos no IRPJ, em função dos prazos que esse imposto prevê para efeito de ajustes. Assim, caso a empresa tenha realizado investimentos passados em P&D, que resultaram em produtos ou processos comercializados ou utilizados, e que não foram objeto de incentivos, poderá elaborar o PDTI na modalidade “*ex post*”.

### 2.3.2) Obrigações

Os gastos com pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de petróleo e gás do Brasil são, literalmente, impostos às empresas concessionárias produtoras que, porventura, tenham sido

premiadas com uma expressiva descoberta, seja pelo grande volume ou rentabilidade de sua produção. De uma certa forma, trata-se de um mecanismo de apropriação fiscal de um excedente produtivo, já vinculado a um tipo específico de gasto.

A cláusula vigésima-quarta do Contrato de Concessão – Round 6 (BRASIL, ANP 2004), prescreve a obrigatoriedade do concessionário realizar despesas qualificadas com pesquisa e desenvolvimento tecnológico, em valor equivalente a 1% (um por cento) da receita bruta de produção para o campo que venha a dever o tributo denominado “Participação Especial”, em qualquer trimestre do ano calendário. Essa cláusula esteve presente em todos os contratos licitados pela agência desde a primeira rodada, em 1999.

Participação Especial é uma das quatro categorias de tributo setorial surgidas com a quebra do monopólio da Petrobras em 1997, conhecidas como “Participações Governamentais”, quais sejam:

- Bônus de assinatura;
- Royalties;
- Participação Especial;
- Retenção de Área;

A Participação Especial é uma compensação financeira extraordinária devida nos casos de grande volume de produção ou grande rentabilidade, nos termos dos artigos 45 a 51 da lei 9.478 de 6 de agosto de 1997.

De acordo com a Agência Nacional de Petróleo (BRASIL, ANP 2004), em 2002 os pagamentos relativos à participação especial alcançaram R\$ 2,5 bilhões, representando um crescimento de 45,77 % sobre 2001, podendo-se inferir daí a significância do volume de investimentos devidos em função desse mecanismo forçado. O concessionário pode gastar até 50% (cinquenta por

cento) dos valores devidos em atividades desenvolvidas em instalações próprias no país. O restante deve ser destinado à contratação de atividades junto a universidades ou institutos de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos nacionais credenciados pela própria ANP. A parcela devidamente cumprida do 1% a ser investido em P&D poderá ser abatida da base de cálculo da participação especial.

Caso a empresa não cumpra os investimentos obrigatórios previstos no contrato de concessão, se sujeita a multas e outras penalidades. A grande questão que surge dessa cláusula dos contratos de concessão é a forma como o investimento externo (0,5 %) poderá ser efetuado junto às entidades credenciadas pela ANP, atualmente é permitido realizar esses gastos apenas em projetos de P&D, o que restringe muito o leque de aplicações. Numa situação em que a empresa já contrata externamente o que é do seu interesse, como tratar a situação de ter que investir mais ?

Dessa forma, a flexibilização quanto ao que possa ser entendido como contratação externa de P&D cria oportunidades de realizar o gasto sem a necessidade de dar curso a projetos de pesquisa não prioritários, ou que não tenham sido considerados relevantes o suficiente para compor uma carteira de P&D. Aparelhar laboratórios de pesquisa, conceder bolsas de mestrado e doutorado na área de interesse do setor, reformar instalações físicas em universidades etc, são opções plausíveis que ajudariam as empresas nessa situação a cumprirem a imposição.

### 2.3.3) Subsídios

A lei 9.478 de 06/08/1997 deu origem a um conjunto de medidas que objetivou, além de reorganizar o setor de petróleo e gás com a quebra do monopólio da Petrobras, possibilitar que grandes e pequenas empresas, juntamente com universidades e institutos de pesquisa, pudessem se beneficiar de subsídios<sup>17</sup> a investimentos em pesquisa científica e tecnológica aplicados à indústria. Dessa forma, o decreto 2.851 de 30/11/1998 regulamenta o que prevê a lei 9.478/97 em

---

<sup>17</sup> Vamos considerar o financiamento governamental direto através de fundo setorial como uma forma de subsídio aos investimentos em P&D.

seu artigo 49, criando uma rubrica específica no âmbito do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, hoje conhecida como CTPETRO – Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural.

Os recursos do CTPETRO são originários dos pagamentos de royalties, na proporção de 25% da parcela do valor que exceder a 5% da produção de petróleo e gás natural. Seu foco é o estímulo à inovação na cadeia produtiva do petróleo e gás, formação de recursos humanos e o desenvolvimento de projetos em parceria entre empresas e universidades, institutos de ensino superior e centros de pesquisa no país, buscando o aumento de produção e competitividade no setor.

Na tabela abaixo são discriminados os valores orçamentários do fundo desde a sua criação. A coluna “valores pagos” só passa a existir, ou ser mostrada, no ano de 2004. Entende-se que a coluna “empenho liquidado” represente efetivamente o valor aportado pelo fundo a cada ano.

**Tabela 4 - Execução Financeira do CTPETRO, em R\$ 1,00**

Ano	PL	Lei	Créditos	Lei+Crédito	Limite de Empenho	Empenho Liquidado	Valores Pagos
1999	-	-	-	109.380.000	-	37.240.000	-
2000	-	148.897.500	96.760.500	245.658.000	-	112.211.028	-
2001	-	151.120.500	-	-	149.740.042	91.356.892	-
2002	157.986.201	193.866.201	-	193.866.201	89.396.813	72.472.521	-
2003	91.040.001	-	-	-	85.071.815	82.136.648	-
2004 <sup>(*)</sup>	517.038.723	-	-	-	-	24.395.991	24.243.154

**Fonte: SIAFI – Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal,**

**através da página do MCT (<http://www.mct.gov.br/Fontes/Fundos/CTs/CTPetro>)**

**(\*) De janeiro a outubro**

Adicionalmente, considerar-se-á na categoria subsídio o pagamento da subvenção econômica, prevista pela lei 10.332/2001, regulamentada pela portaria MCT 596/2002, às empresas que cumprirem em no mínimo 80% a realização de seus gastos totais previstos em PDTI/PDTA, e que comprovarem adimplência para com impostos e contribuições federais. A portaria determina que as empresas sejam priorizadas pelos seguintes critérios :

1. Empresas que comprovarem incremento nos dispêndios de custeio durante a execução de PDTI ou PDTA de, pelo menos, 20% (vinte por cento) sobre a média dos dois exercícios anteriores;
2. Empresas que comprovarem incremento, no exercício anterior, de, pelo menos, 20% (vinte por cento) no total das suas exportações; e
3. Demais empresas com PDTI ou PDTA aprovado;

Preferencialmente, devem ser contemplados as micro e pequena empresas, de acordo com os critérios estabelecidos na lei 9.841/1999 ou legislação superveniente. O pagamento a ser realizado será calculado mediante a aplicação de um percentual de 50% sobre o total de gastos de custeio realizados no ano anterior, sendo que pa



P&D nas empresas. Foi apresentado um modelo macroeconômico de crescimento com dois setores, onde o conhecimento é tratado de forma endógena, tendo sido testado empiricamente com sucesso, comprovando a importância do fator no setor produtivo de economias nacionais. Foi visto que a OECD efetua amplos estudos no âmbito de seus países, visando mapear a atuação de governos no que diz respeito à forma de atuação de seus sistemas tributários sobre os investimentos em P&D e ao nível de financiamento direto, assim como foi comprovado, em estudo envolvendo nove países durante 19 anos, que os investimentos em P&D possuem uma elasticidade-custo negativa e de valor 1 no longo prazo. Foi analisado também o conjunto de leis e instituições que cercam os investimentos em P&D na indústria do petróleo e gás brasileira.

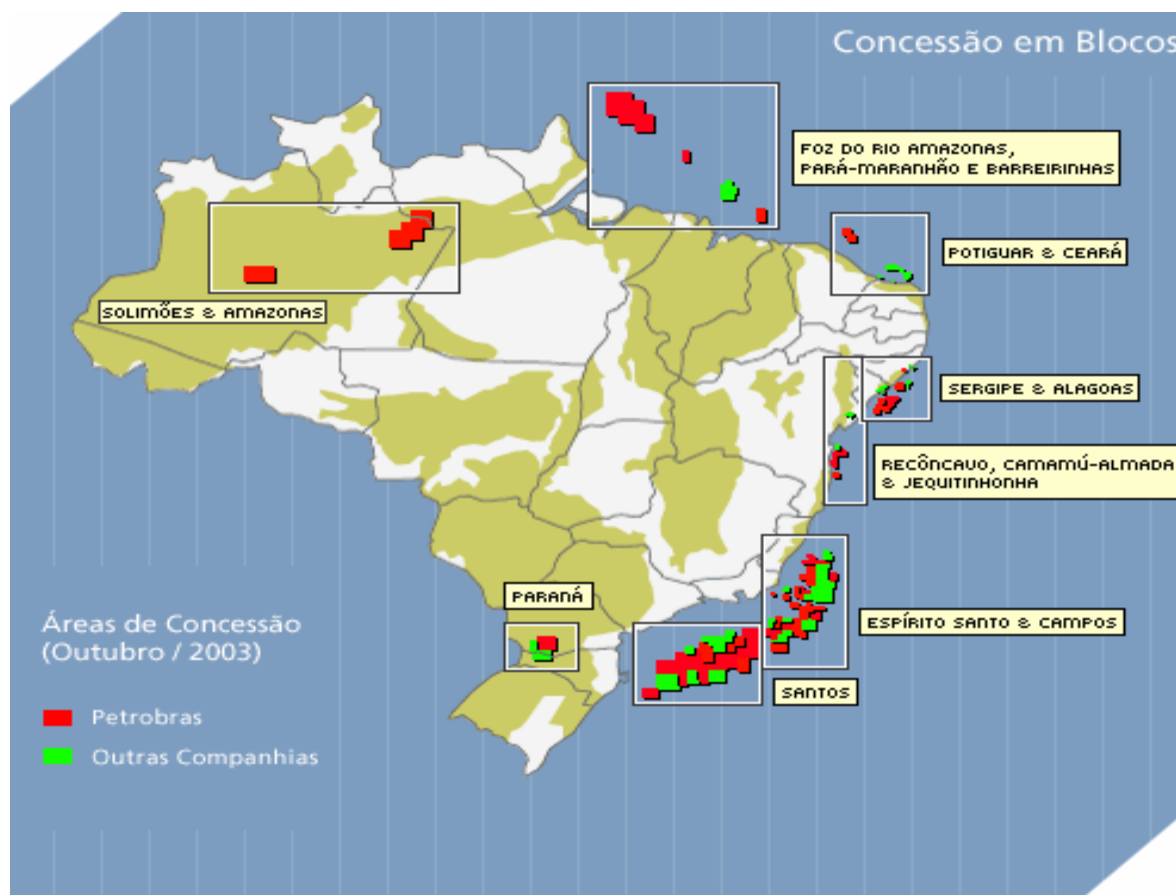
Procurar-se-á agora caracterizar o processo de P&D na indústria, através da identificação e descrição de seus principais elementos.

### 3) Caracterização de P&D no Setor de Petróleo e Gás Brasileiro

O objetivo expresso do PDTI é: “aumentar o grau de competitividade das empresas brasileiras por meio de uma estrutura permanente de gestão

participação exploratória nos blocos concedidos pela ANP (ANP 2004), de acordo com a posição após a quinta rodada licitatória (ver figura 3), é justamente na atividade de exploração que a abertura do setor pode ser mais bem percebida. Já na produção, seu domínio é incontestável e se estende a 94% dos campos em fase de extração comercial, que representam, em termos de volume de produção, a quase totalidade do petróleo produzido em território nacional (ANP 2004). A dominância é por demais expressiva no segmento *downstream*, com 100% do transporte do petróleo e gás natural e 98% do volume refinado no país (ANP 2004).

**Figura 3 - Dominância da Petrobras no segmento Upstream - exploração**



Fonte: ANP (2004)

De acordo com a Organização Nacional da Indústria do Petróleo (ONIP) a Petrobras mantém a dianteira no montante de investimentos previstos para a indústria :

**Tabela 5 - Investimentos Previstos em US\$ bilhões, período 2003-2007**

<u>Empresa</u>	<u>Valor</u>	<u>Particip.</u>
Petrobras	34,3	84,28%
Outras	6,4	15,72%
<u>Total Setor</u>	<u>40,7</u>	<u>100,00%</u>

**Fonte : ONIP (2003)**

A análise conjuntural especializada confirma essa representatividade. Alveal (2004), refletindo sobre os 50 anos atuação da empresa, ressalta seu papel histórico na consolidação do modelo industrial brasileiro ao longo das últimas décadas, quando afirma: “[...] foi na liderança do monopólio estatal da indústria petrolífera que a Petrobras sedimentou extraordinário e peculiar aprendizado estratégico, político e empresarial, doméstico e cosmopolita, que permitiu ao Brasil enfrentar, de início, o poder econômico do cartel internacional do petróleo...”. Mais adiante, destaca sua presença marcante já em ambiente aberto à competição : “[...] foi notória a presença dominante da estatal, individualmente e em associação com grandes grupos internacionais, na aquisição dos blocos ofertados nas cinco rodadas de licitação [...]”.

A consideração da Petrobras unicamente como elemento representativo das atividades do setor, embora desconsidere diretamente a atuação das grandes empresas parapetrolíferas que compõem sua rede de fornecedores, não visa ignorar-lhes a influência, mas atender a imperativos de ordem prática. Assume-se, portanto, por simplificação, que os resultados das atuações dessas empresas refletem-se nos números, e , conseqüentemente, no desempenho produtivo da Petrobras.

Para caracterizar adequadamente o sistema de inovação da empresa que, como já foi definido, representará o setor nessa avaliação, é consideravelmente útil a adoção de uma visão taxonômica que contemple seus elementos principais. Dessa forma, será estabelecida uma descrição baseada nos elementos da Taxonomia de Pavitt (1984) para padrões setoriais, apenas por uma questão de ordenação lógica e descrição dessas características.

### 3.2) Avaliação Descritiva

Insatisfeito com a simplicidade da representação do processo de mudança tecnológica na teoria econômica de uma forma geral, Keith Pavitt (1984) elaborou o que ele mesmo classificou como

“uma contribuição” à construção de uma teoria mais robusta, que descrevesse adequadamente o processo, refletindo toda uma diversidade setorial no que diz respeito às fontes, naturezas e usos das inovações, tais como são reveladas pelos estudos empíricos e experiências práticas. Assim, surgiu o clássico artigo que descreveu os padrões setoriais de mudança tecnológica em firmas inovadoras, caracterizados de acordo com um vetor de características que captam informações relevantes para um perfeito entendimento da dinâmica da inovação. A taxonomia setorial de Pavitt discriminou três grandes categorias de firmas, quais sejam:

- 1) Dominadas pelos fornecedores;
- 2) Intensivas em produção, que se subdivide em:
  - Economia de escala;
  - Fornecedores especializados;
- 3) Baseadas na ciência;

Algumas das características que distinguem essas categorias são:

- Relação de setores (indústrias) típicos (química, manufatura, têxtil, eletrônica etc);  
Uma vez que a presente análise visa um setor específico, essa caracterização será substituída pela descrição das atividades típicas do setor de petróleo e gás brasileiro
- Tipo de usuário (sensível a preço ou a resultado);
- Formas de apropriação utilizadas (segredos industriais, patentes, etc);
- Trajetórias tecnológicas (redução de custo, produto e desenho);
- Fontes do processo tecnológico (fornecedores, clientes, própria);
- Balanço relativo entre inovação de processo e produto;
- Tamanho relativo da firma e intensidade e direção da diversificação tecnológica.

Uma visão completa da Taxonomia pode ser observada na figura a seguir, que detalha as categorias. O ambiente inovativo do setor de petróleo o gás brasileiro será descrito a partir de elementos destacados desse referencial, considerando também outros enquadramentos teóricos pertinentes.

**Figura 4 - Trajetórias tecnológicas setoriais : determinantes, direções e características**

Categoria da firma (1)	Setores típicos (2)	Determinantes das trajetórias tecnológicas			Trajetórias tecnológicas (6)	Características avaliadas			
		Fontes das tecnologias (3)	Tipo de usuário (4)	Formas de apropriação (5)		Fontes do processo tecnológico de produto x processo (7)	Balanco : inovação de produto (8)	Tamanho relativo das firmas inovadoras (9)	Intensidade e direção da diversificação tecnológica (10)
Dominado por fornecedores	Agricultura; construção civil, serviços de manufatura;	Fornecedores de serviço de pesquisa	Sensível a preço	Marcas comerciais, desenho, marketing etc	Redução de custos	Fornecedores	Processo	Pequeno	Baixa vertical
Produção Intensiva	Economia de escala Materiais pesados (aço, vidro) montagem (automóveis, consumo duráveis)	EP Fornecedores : P&D	Sensível a preço	Segredo, know-how, defasagem técnica, patentes aprendizagem dinâmica	Redução de custos, produto, desenho	Doméstica fornecedores	Processo	Grande	Alta vertical
Fornecedores especializados	Maquinaria desenvolvidos	Usuário de desenvolvimento	Sensível a preço	Know-how de desenho, patentes, usuá-rios, patentes	Redução de custos, produto, desenho	Doméstica, Produto clientes	Processo	Pequeno	Baixa concentrada
Baseado na ciência	Eletro-eletrônico-Químico	P&D público EP	Misto	know-how de P&D, patentes, segredo de processo e know-how, aprendizagem dinâmica	Misto	Doméstica fornecedores	Misto	Grande	Baixa vertical Alta concentrada

Fonte: Adaptado de Pavitt (1984)

### 3.2.1) Perspectiva pelo Referencial Teórico

As atividades que predominantemente caracterizam o setor de petróleo e gás brasileiro tornam possível enquadrá-lo na categoria “intensivos em economia de escala”. Embora haja nele alguns traços típicos da categoria “baseados na ciência”, como por exemplo: possuir departamento próprio de P&D e engenharia de produção, know-how adquirido sobre P&D, segredos de processo, alta propensão a patentear, subcontratação de cientistas, know-how operacional etc, as

características operacionais marcantes, no entanto, lhe determinariam um enquadramento principal em “intensivos em economia de escala”, com ligeiras variações.

De forma ampla, encontramos elevadas economias de escala em todas as atividades do setor, as inovações produzidas englobam tanto produtos como processos, geralmente de alta complexidade, como sofisticadas plantas de refino, plataformas flutuantes que operam em alto mar, formulações de combustíveis e lubrificantes etc, e são resultados, em alta proporção, de processos tecnológicos conduzidos internamente.

Pode-se considerar que a indústria como um todo se envolve intensamente tanto na elaboração como no uso de uma categoria muito especial de produtos, chamada pela literatura de CPS (Complex Products and Systems). Hobday (1997), define produtos CPS como aqueles que envolvem elevados custos, intensiva atividade de engenharia, uso de sistemas especializados, e redes de trabalho e suprimento. O termo “complexo” é usado para refletir o número de componentes sob medida envolvidos, a amplitude de conhecimentos e habilidades requeridas, e o grau de novos conhecimentos necessários tanto na produção como em outras dimensões críticas dos produtos. O autor elabora uma lista de produtos candidatos à classificação em termos de CPS, onde se identificaram elementos intensamente demandados ou produzidos pela indústria:

- Plantas Químicas
- Turbinas a gás de ciclo combinado
- Navios oceânicos perfuradores
- Navios cargueiros (petroleiros)
- Plataformas de produção de petróleo offshore
- Equipamentos de refino de petróleo
- Sistemas de controle de processo de refino
- Sistemas de gerenciamento
- Plantas de filtração e purificação de água

A abordagem dos CPSs como uma categoria de produtos distinta daquela dos produtos de produção em massa, em termos analíticos, é importante porque eles justificam a adoção de

sofisticados modelos de gestão tecnológica, sobretudo daqueles que orientam o processo de montagem e otimização de carteiras de projetos de P&D, na busca da aquisição das competências tecnológicas necessárias.

Um outro conceito importante que ajuda a compreender a interação entre mudanças tecnológicas e formas organizacionais associadas é o de “Regime Tecnológico”, introduzido por Winter (1982). Britto (1999) o cita como um instrumento capaz de permitir uma caracterização do ambiente tecnológico no qual as firmas operam, permitindo a identificação de padrões de atividades inovativas ao nível setorial. Dessa forma, a concentração de atividades inovativas de uma determinada indústria observa condições adequadas de *oportunidade*, *apropriabilidade*, *cumulatividade* e *características de sua base de conhecimento*, segundo as definições abaixo :

- (i) *Condições de oportunidade* : revelam as possibilidades concretas de introdução de uma inovação em determinado ambiente;
- (ii) *Condições de apropriabilidade* , : relacionam-se à possibilidade de proteger-se a inovação gerada contra esforços imitativos, garantindo a sustentabilidade de lucros diferenciais para o agente inovador;
- (iii) *Condições de cumulatividade* : relacionam-se à interdependência que se estabelece entre o esforço tecnológico atualmente realizado e as inovações que poderão ser geradas ,no futuro, refletindo o caráter "*path-dependent*"<sup>21</sup> de determinadas trajetórias tecnológicas;
- (iv) *Características da base de conhecimentos* : relacionam-se ao seu caráter específico e complexo, à dificuldade de codificar conhecimentos “tácitos”, e à necessidade de integrar-se diferentes tecnologias e disciplinas científicas para viabilizar o processo inovativo.

Na indústria de petróleo e gás brasileira observamos predominantemente o seguinte panorama no que diz respeito às três condições dos Regimes Tecnológicos :

1. Oportunidade : baixa , favorecendo essencialmente as inovações incrementais e o fortalecimento de competências essenciais;

---

<sup>21</sup> Conceito que se tornou comum em economia e direito, originário, porém de diversos movimentos intelectuais. Significa algo como : “O que somos hoje é o resultado do que temos sido no passado” (Margolis&Liebowitz, 1998).



2. Apropriabilidade : alta , por via, principalmente, da constituição de patentes no país e no exterior;
3. Cumulatividade : alta , determinando o caráter "*path-dependent*" da indústria.

O setor petrolífero mundial é tipicamente muito pouco intensivo em tecnologia, ao contrário do que acontece com os setores químico, eletrônico e farmacêutico, por exemplo. De acordo com levantamento estatístico periodicamente organizado pela National Science Foundation (2005), o setor petrolífero americano apresentou participações muito modestas nos totais de fundos privados investidos em P&D nos anos de 2000 e 2001: cerca de 0,65% e 0,58% , respectivamente. Esse padrão , por mais que apresente diferenças em outros países, incluindo o Brasil, não confere ao setor patamar distinto.

A firma representativa é, também, altamente verticalizada, encampando atividades que passam por todo o ciclo produtivo da cadeia do petróleo e gás, ramificando-se pelas energias alternativas. A seguir, serão examinadas mais detalhadamente essas características, a partir de informações divulgadas pela empresa através de seu site de relações com o investidor (Petrobras 2004) e com base em Piquet et al. (2003), lembrando que procurar-se-á seguir os elementos referenciais de Pavitt(1984).

### 3.2.2) Atividades Típicas

São desenvolvidas as atividades de exploração, produção, transporte e comercialização de petróleo e gás natural; refino de petróleo, distribuição e comercialização de seus derivados<sup>22</sup>. A empresa tem procurado diversificar sua atuação nos últimos anos, diminuindo gradativamente a concentração das operações em petróleo e gás.

---

<sup>22</sup> Apesar da empresa atuar de forma marcante na distribuição de derivados, a atividade não será considerada na análise.

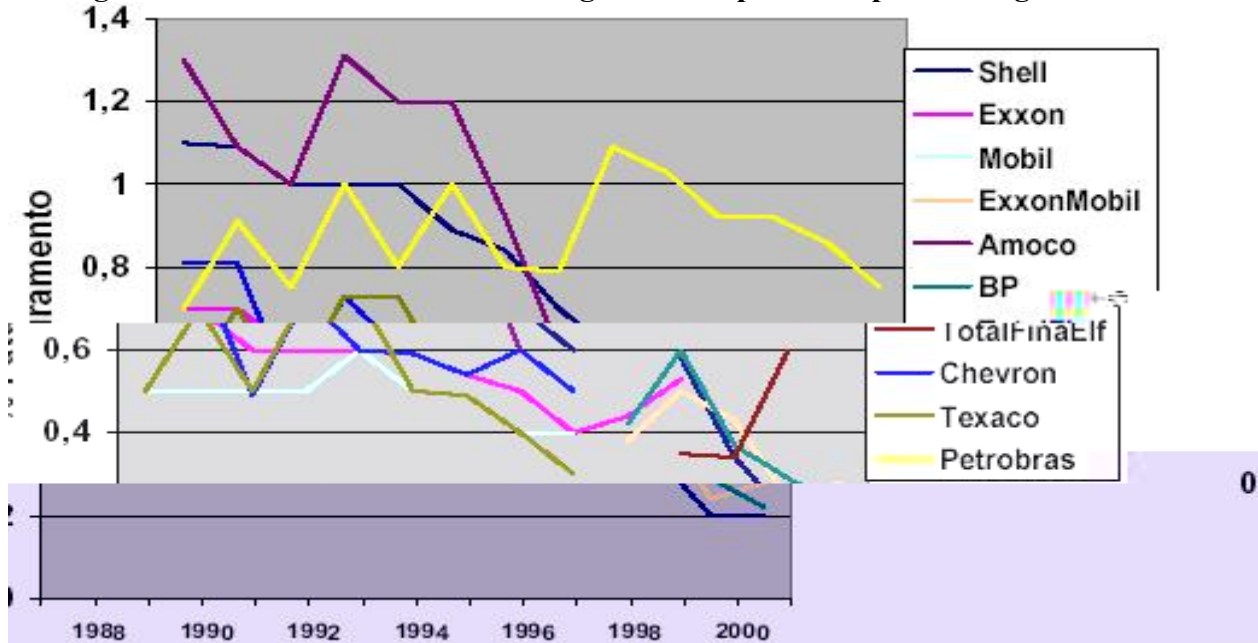
Um caminho natural de expansão para as empresas do setor é a produção de energia baseada em fontes renováveis, e nessa direção a empresa, através de seu centro de pesquisas, tem investido crescentemente em projetos de P&D, visando no futuro uma diversificação mais significativa em seu portfólio de negócios. As principais tecnologias exploradas nessas pesquisas são: biomassa (álcool e biodiesel), eólica (ventos), fotovoltaica (solar) e hidrogênio.

### 3.2.3 ) Determinantes das Trajetórias e Principais Fontes de Tecnologia

Desde 1966 o Sistema Petrobras mantém um centro de pesquisas próprio<sup>23</sup>, onde são desenvolvidas as tecnologias de que a empresa necessita para superar os principais desafios que surgem em suas atividades de negócio. Esse centro de pesquisas também desenvolve atividades de engenharia não rotineira e prestação de serviços técnicos (assistência técnica e científica) às suas diversas unidades operacionais e, eventualmente, a outras empresas do setor. Desde 1992, consome recursos orçamentários anuais da ordem média de 1% da receita líquida da empresa holding, tornando-a uma das que mais investem no mundo. Araújo (2003), analisando o comportamento dos investimentos em P&D realizados pelas grandes operadoras do setor em nível mundial, confirma essa afirmação mostrando

- Melhorar a qualidade dos derivados, garantindo ausência ou níveis mínimos de substâncias poluentes;
- Garantir todos esses objetivos com custos competitivos para o padrão da indústria, preservando o meio-ambiente e assumindo responsabilidade social;

**Figura 5 – Investimento em P&D das grandes empresas de petróleo e gás no mundo**



**Fonte: Araújo (2003) Panorama Internacional dos Investimentos em P&D no Setor de Petróleo e Gás Natural**

Por conta da diversificação de negócios, são visadas, também, as tecnologias emergentes de produção e aplicação de energia “limpa”<sup>24</sup>, a partir de fontes renováveis. O desenvolvimento das tecnologias é resultado de um processo de gestão integrado, onde ocorre intensamente a participação de suas áreas de negócio, que são clientes internos do sistema tecnológico. O planejamento das áreas de negócio da empresa é insumo fundamental para o processo de gestão tecnológica, resultando dele diretrizes e prioridades que orientarão na constituição da melhor carteira de projetos de pesquisa para a empresa. Muitos desses projetos acontecem em parceria com universidades e outros centros de pesquisa. Esse processo será descrito mais detalhadamente nos itens a seguintes.

<sup>24</sup> Conceito que abrange as fontes energéticas de mínimo impacto ambiental.

#### 3.2.4) Tipo de Usuário

Os usuários do sistema tecnológico da Petrobras são, basicamente, suas unidades de exploração, produção, transporte e refino de petróleo, que, respeitada a escala de cada uma, constituem-se em plantas industriais. Todas essas unidades são sensíveis tanto a preços como a resultados obtidos, sendo que as da área de exploração e produção mais aos resultados, e as de refino mais aos preços.

Essa distinção acontece principalmente em função da diferença de margens em suas operações, assim, a área de exploração e produção, devido principalmente à persistente alta do preço do petróleo no mercado internacional nos últimos anos, experimenta uma razoável folga, enquanto que as do refino, em parte pelo mesmo motivo, enfrentam contração. Uma importante vantagem competitiva trazida pela verticalização é o efeito compensatório de saldo final positivo entre diferentes unidades de negócio de uma mesma empresa<sup>25</sup>.

#### 3.2.5) Principais Formas de Apropriação

O sistema tecnológico da Petrobras é gerido pelo seu centro de pesquisas, que possui uma área técnica dedicada ao controle de marcas e patentes. Em média, são patenteadas cerca de 15 inovações por ano nos Estados Unidos, União Européia e Japão, e mais as patentes registradas no Brasil (INPI site internet, 2004). De acordo com o seu relatório anual 2003, é a empresa que mais deposita patentes no país, tendo realizado neste ano 50 pedidos de depósito no Brasil e 3 no exterior, e obtido 23 patentes no Brasil e 27 no exterior.

A grande maioria dessas patentes é constituída por inovações incrementais nos processos de exploração, produção e refino. Há também, em menor quantidade, inovações que são protegias sob a forma de segredo industrial, com destaque para a formulação de novos combustíveis e lubrificantes.

---

<sup>25</sup> Sobre esse aspecto é bastante ilustrativo o comentário de um diretor da empresa, José Sergio Gabrielli, sobre o efeito-preço do petróleo nos negócios da empresa, em registro escrito de teleconferência pública no dia 17 de agosto de 2004, sobre os resultados do 2.174 65E4 T8pr

A tabela a seguir representa uma amostra dos pedidos de depósito de patentes feitos no Brasil pela Petrobras em 2004 .

**Tabela 6 – Amostra de pedidos de depósito de patentes feitos no Brasil em 2004**

<b>Data de Depósito</b>	<b>Título</b>
30/1/2004	PROCESSO PARA REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DE FLUIDOS AQUOSOS POR ADSORÇÃO, E USO
11/2/2004	DISPOSITIVO ENRIJECEDOR DE ESTRUTURAS TUBULARES FLEXÍVEIS
19/2/2004	MÉTODO PARA BLOQUEIO MONITORADO POR SENSOR DE EXPLOSIVIDADE P/MANUTENÇÃO EM
2/3/2004	ARRANJO DE ELEMENTO COMPENSADOR SUSPENSOR
9/3/2004	CATALISADOR DE COBALTO PARA SÍNTESE DE FISCHER-TROPSCH, SUPORTE PARA O MESMO,
10/3/2004	MODELOS DE MEIOS POROSOS E MÉTODO DE PREPARAÇÃO
19/3/2004	SISTEMA E PROCESSO PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS MULTIFÁSICOS
1/4/2004	SISTEMA DE MÓDULO DE BOMBEIO SUBMARINO E MÉTODO DE INSTALAÇÃO DO MESMO
7/4/2004	PROCESSO PARA A NEUTRALIZAÇÃO DA ACIDEZ DE PETRÓLEOS OU SUAS FRAÇÕES
22/4/2004	SISTEMA OBTURADOR DE TUBULAÇÕES E MÉTODO DE INSTALAÇÃO DO MESMO
11/5/2004	PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE SUPORTE DE SÍLICA, COMPÓSITO E ADITIVO E/OU CATALISADOR PARA
11/5/2004	SISTEMA DE RISER AUTO SUSTENTADO E MÉTODO DE INSTALAÇÃO DO MESMO
25/5/2004	DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO E MÉTODOS PARA AVALIAR A ADERÊNCIA DE UM MATERIAL A SUPERFÍCIES
31/5/2004	SENSOR DE PH A FIBRA ÓPTICA
3/6/2004	MÉTODO TERMOQUÍMICO PARA TRATAMENTO DE MATERIAL SÓLIDO CONTAMINADO
3/6/2004	DISPOSITIVO DE SELAGEM DE PERNA DE CICLONE
20/7/2004	SISTEMA SUGADOR DE ÓLEO E MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE ÓLEO DERRAMADO SOBRE CORPOS
22/7/2004	MÉTODO PARA AUMENTO DA INJETIVIDADE EM RESERVATÓRIOS SUBTERRÂNEOS
30/7/2004	MEDIDOR DE VAZÃO MÁSSICA PARA ESCOAMENTOS MULTIFÁSICOS
30/7/2004	SISTEMA MÓVEL E MÉTODO PARA AMOSTRAGEM DE PETRÓLEO

**Fonte: Centro de Pesquisas da Petrobras (2004)**

Antunes et al (2003) destacam as 10 maiores empresas patenteadoras no Brasil no período 2001-2002, assinalando que das 38 concedidas à Petrobras, 30 são exclusivas, conforme salientado pela tabela 7.

**Tabela 7 - Empresas com maior número de patentes no Brasil , em 2001-2002**

<b>Número de Patentes</b>	<b>Assinantes</b>
49	SCHLUMBERGER LTD
38	EXXON MOBIL
38	PETROBRAS PETROLEO BRASIL SA
37	SHELL
35	HALLIBURTON
23	INST FRANCAIS DU PETROLE (IFP)
14	AKZO NOBEL NV
13	MOBIL OIL CORP
12	RHODIA
12	ROHM & HAAS CO

**Fonte: Antunes et al (2003) Prospecção da cadeia de petróleo e gás utilizando patentes como indicador**

Uma vez que o sistema é integrado e altamente verticalizado, existe ainda um grande know-how operacional e um estreito conhecimento das necessidades dos usuários, que desempenham um papel ativo no processo de gestão do sistema tecnológico. A Tabela 8 apresenta uma amostra de patentes já concedidas à empresa nos Estados Unidos em 2003 e 2004.

**Tabela 8 - Patentes Petrobras registradas nos Estados Unidos em 2003 e 2004 (até setembro)**

<b>Número</b>	<b>Descrição</b>	<b>Data</b>
6,783,331	System and method of multiple-phase pumping	August 31, 2004
6,780,072	Subsurface buoy and methods of installing, tying and dynamically stabilizing the same	August 24, 2004
6,776,899	Cracking catalyst composition	August 17, 2004
6,756,029	Molecular sieves of faujasite structure	June 29, 2004
6,705,403	Production system and method for producing fluids from a well	March 16, 2004
6,685,393	Method for installing an undersea catenary riser	February 3, 2004
6,679,949	Method and device to allow a rigid pig to pass into a flow pipe which requires the use of a l	January 20, 2004
6,678,954	Methods to set a hollow device into and to retrieve said hollow device from a flow pipe	January 20, 2004
6,675,891	Apparatus and method for gravel packing a horizontal open hole production interval	January 13, 2004
6,672,222	Robotic internal gauge with contact at right angles to the oil pipeline	January 6, 2004
6,655,463	Method for drilling and completing oil wells with small intermediate diameters	December 2, 2003
6,655,308	Passive stabilizer for floating petroleum-production systems	December 2, 2003
6,626,242	Storable composition and slurries and use of same for cementing oil and gas wells	September 30, 2003
6,613,142	Storable compositions and slurries and use of same for cementing oil and gas wells	September 2, 2003
6,583,332	Article having a continuous thermoplastic coating	June 24, 2003
6,568,880	Foundation system for tension leg platforms	June 24, 2003
6,568,478	Method and device to stabilize the production of oil wells	May 27, 2003
6,568,473	Gas lift valve with central body venturi	May 27, 2003
6,561,110	Passive stabilizer for floating petroleum-production systems	May 13, 2003
6,558,530	Process for the fluid catalytic cracking with pre-vaporized feed	May 6, 2003
6,554,066	Gas separator with automatic level control	April 29, 2003
6,544,409	Process for the catalytic oxidation of sulfur, nitrogen and unsaturated compounds from hyc	April 8, 2003
6,541,240	Bacterial cleavage of only organic C-N bonds of carbonaceous materials to reduce nitroge	April 1, 2003
6,507,787	Method for the suppression of multiple reflections from marine seismic data	January 14, 2003

**Fonte: United States Patent and Trademark Office**

<http://www.uspto.gov/patft/index.html> , acesso em outubro de 2004

### 3.2.6) Foco da Atividade Tecnológica e Balanço Interativo entre Inovação de Processo e Produto

O principal foco da atividade tecnológica do Sistema Petrobras foi mudando na medida em que se consolidava a indústria petrolífera no Brasil. Inicialmente, ao longo das décadas de 1950 e 1960, houve o desafio de instalar e consolidar um parque de refino no país, que garantisse uma distribuição de derivados eficiente em todo o território nacional, a um preço único e conveniente às necessidades de desenvolvimento, ao mesmo tempo em que se buscava encontrar expressivas jazidas de petróleo em território nacional.

A grande descoberta da bacia de Campos, em 1974, aconteceu numa fase já bem adiantada da instalação do parque de refino, e o principal desafio passou a ser então extrair esse petróleo, cuja concentração maior situava-se em águas profundas para a época (profundidade d'água<sup>26</sup> abaixo de 400 m), sendo que a tecnologia necessária para isso ainda dependia de desenvolvimentos.

Na medida em que a produção da bacia de Campos tomava proporções cada vez maiores, com o desenvolvimento da tecnologia de águas profundas, surgia a necessidade de aparelhar o parque de refino nacional para processar o petróleo nativo, de características muito distintas daquele importado do oriente médio, para o qual as refinarias da empresa foram inicialmente capacitadas a processar, e também de melhorar o aproveitamento desse tipo de petróleo. Na década de 90, a empresa recebeu, em duas ocasiões (1992 e 2001), o “Distinguished Achievement Award”, maior prêmio internacional da indústria, concedido pela OTC (Offshore Technology Conference), pelos significativos avanços no desenvolvimento da tecnologia de produção em águas profundas e ultraprofundas, o que lhe conferiu a liderança mundial nessa especialidade.

Já na metade final da década, inicia-se a fase de desenvolvimento de uma nova gasolina, formulada com base na experiência da empresa com o campeonato de Fórmula 1, resultando num produto que superou o padrão exigível de qualidade para os mercados europeu e americano a partir do ano de 2005, de acordo com a empresa. A gasolina combina alta octanagem com baixíssimos teores de enxofre, resultando em melhor desempenho do motor e menor nível de poluição ambiental.

Consolidando os grandes resultados alcançados pelos esforços empreendidos em P&D, sobretudo nas duas últimas décadas, em termos de inovação de processo, temos :

P&D de Exploração e Produção :

- Descoberta de campos gigantes em águas profundas;
- Sucessivos recordes de profundidade;
- Produção aproximando-se da auto-suficiência;
- Reconhecimento internacional;

---

<sup>26</sup> Expressão que substituiu recentemente o termo “lamina d'água”, utilizado por mais de 20 anos no âmbito interno da Petrobras, como tradução para o termo em inglês “Water depth”.

P&D de Refino :

- Processamento de petróleos nacionais;
- Automação avançada de unidades de processo;
- Tecnologia de FCC<sup>27</sup> de resíduo;
- Hidrotratamento de frações instáveis para diesel;
- Tecnologia PETROBRAS de coqueamento<sup>28</sup> retardado;

E em termos de produto :

P&D de Refino :

- Gasolina podium;
- Gasolina para Fórmula 1;
- Óleo diesel “verde” para a expedição do Amyr Klink;
- Lubrificante naftênico a partir de petróleo nacional;
- Asfalto modificado com borracha de pneu reciclado;

Portanto, o foco da atividade tecnológica foi a produção de combustíveis e lubrificantes qualitativamente superiores, e o aprimoramento de processos complexos, como o da exploração e produção de petróleo e gás natural em águas profundas e ultraprofundas, mantendo os custos em patamares competitivos em relação ao padrão da indústria, e vantajosos em relação à cotação internacional do petróleo.

Dessa forma, se estabelece um certo equilíbrio no setor entre os dois tipos básicos de inovação: processo e produto. O primeiro atuando principalmente como redutor de custos, e o segundo como incrementador de demanda. A forma como esses dois tipos de inovação podem afetar os lucros da empresa, considerando que a Petrobras ainda atua, na prática, em ambiente de monopólio, podem ser visualizadas no esquema abaixo, onde a empresa se defronta com uma demanda negativamente inclinada e custos marginais crescentes.

A empresa maximizadora de lucro irá sempre produzir quando  $R_{mg} = C_{mg}$ , tal como determina a condição de primeira ordem no clássico problema da maximização de lucros. Na figura “6a”,

---

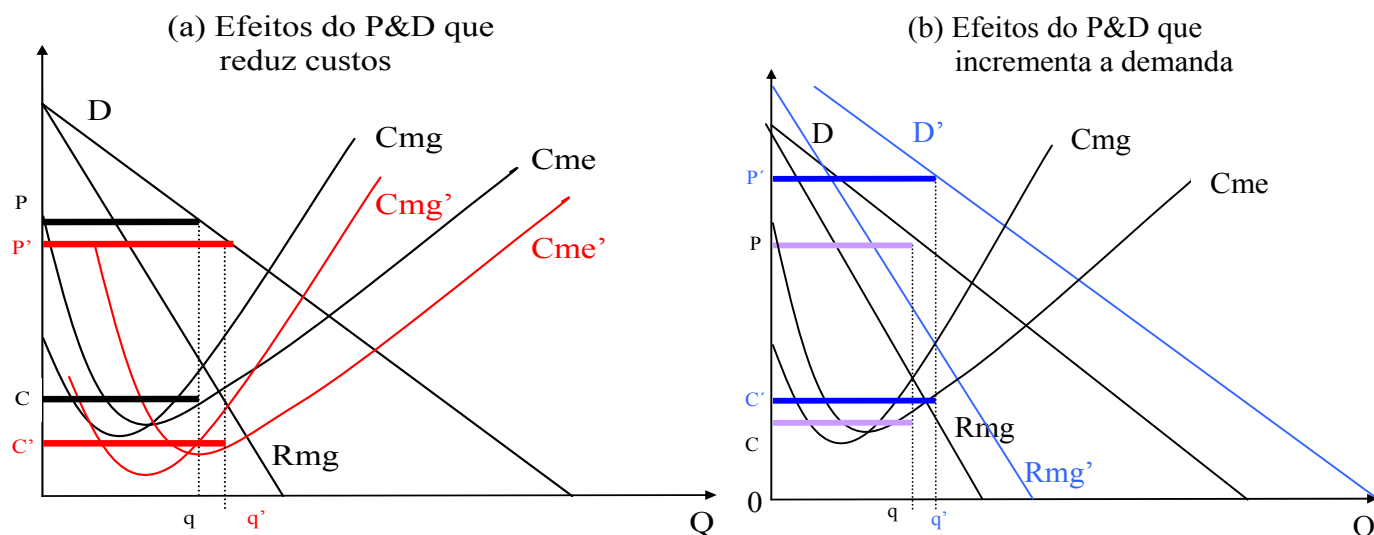
<sup>27</sup> Fluid Catalytic Craking – Moderno processo de refino.

<sup>28</sup> Processo utilizado no refino de petróleo para conversão de frações de baixo valor em produtos de maior valor agregado.



vemos o resultado bem sucedido de um investimento em inovação de processo deslocando para baixo a estrutura de custos da empresa, representado pelas transformações :  $C_{mg} \Rightarrow C_{mg}'$  e  $C_{me} \Rightarrow C_{me}'$ , as novas curvas foram pintadas de vermelho para efeito de destaque visual.

**Figura 6 - O P&D bem sucedido e seus efeitos sobre empresas em monopólio**



Fonte : Elaboração própria

Os resultados são notáveis para o consumidor e para a empresa, que mesmo cumprindo a ineficiência característica do monopólio, reduziu custos e ampliou a produção, diminuindo preços ao consumidor, com incremento de lucro, cujo aumento pode ser facilmente percebido comparando-se as áreas dos quadriláteros de lucro antes e após o investimento em P&D :  $(p' - c') \cdot q' > (p - c) \cdot q$ , sendo  $p' < p$ ,  $c' < c$  e  $q' > q$ . Já no investimento em inovação de produto os efeitos acontecem “de fora para dentro” da empresa.

O lançamento de uma inovação que torne um produto mais atraente ao consumidor faz com que a demanda pelo produto se amplie, causando o deslocamento  $D \Rightarrow D'$ , acompanhado pelo conseqüente deslocamento da receita marginal, no movimento  $R_{mg} \Rightarrow R_{mg}'$ . Tal como na figura “6a”, as novas curvas foram assinaladas em outra cor (azul), para efeito de destacá-las, os efeitos são um pouco diferentes nesse caso, pois iniciam-se no mercado, que em função das novas e interessantes características do produto busca-o com interesse expandido, levando a empresa a produzir mais, para fazer frente ao incremento nos pedidos. Um novo ponto de maximização de

lucro, onde  $R_{mg} = C_{mg}$ , com  $q > q'$ , causa aumento nos custos e nos preços ao consumidor. O resultado final para a empresa é também um lucro maior, com  $(p' - c').q' > (p - c).q$ , sendo  $p' > p$ ,  $c' > c$  e  $q' > q$ .

### 3.2.7) Diversificação Tecnológica

O grau de diversificação do sistema tecnológico da Petrobras acompanha as características das áreas de negócio da empresa. Dessa forma, a verticalização das atividades de petróleo e gás natural refletem-se nas atividades de P&D e engenharia não rotineira desempenhadas no centro de pesquisas. A diversificação é alta e verticalizada, encampando todas as atividades do ciclo produtivo do petróleo e gás natural (da prospecção ao refino), e ainda novas fontes de energia limpa e renovável, procurando, em todas as tecnologias, a minimização do impacto ambiental e também, onde for possível, alcance significativo na área social.

Em termos de organização interna para coordenar e concentrar os esforços na busca da superação dos principais desafios tecnológicos das áreas de negócio da empresa (Exploração, Produção, Refino, Gás e Energia), figuram os Programas Tecnológicos da Petrobras, estruturas matriciais do Cenpes com visão multidisciplinar, cujos objetivos são o provimento das soluções tecnológicas necessárias ao cumprimento dos objetivos de negócio, são eles :

INOVA - Inovação em Combustíveis (Refino)

PRAVAP - Recuperação Avançada de Petróleo (Produção)

PROAMB - Meio Ambiente (Transversal<sup>29</sup>)

PROCAP 3000 - Inovação Tecnológica em Águas Ultraprofundas (Produção)

PRODUT - Dutos (Transversal)

PROFEX - Fronteiras Exploratórias (Exploração)

PROGAS - Gás Natural (Gás e Energia)

PROGER - Energias Renováveis (Gás e Energia)

PROPES - Óleos Pesados (Refino)

---

<sup>29</sup> Um programa é considerado “transversal” quando pode compreender pelo menos mais de uma área de negócio.

PROREC - Otimização e Confiabilidade (Refino)

PROTER - Tecnologias de Refino (Refino)

Em síntese, uma vez já considerados explicitamente alguns elementos da Taxonomia Setorial de Pavitt, na figura abaixo se encontram assinalados os destaques do quadro passíveis de atribuição ao setor de petróleo e gás natural brasileiro, apesar de não cumprirem rigidamente um enquadramento único.

**Figura 7 – Síntese da interpretação das características setoriais do quadro de Pavitt**

Fontes das tecnologias	Tipo de usuário	Formas de apropriação	Determinantes das trajetórias tecnológicas		Trajetórias tecnológicas		Características avaliadas		
			Processo	Produto	relativo das direções da inovação	firmas inovadoras	Fontes do Balanço	Tamanho	Intensidade e
(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	Categoria da firma (1)	Setores típicos (2)
EP Fornecedores : P&D	Sensível a preço	Segredo, know-how, defasagem técnica, patentes, aprendizagem dinâmica Know-how de P&D	Redução de custos, produto, desenho	Doméstica, fornecedores	Processo	Grande	Alta vertical	Produção Intensiva	Economia de escala (automóveis, consumo duráveis) Materiais pesados (aço, vidro, montagem)
usuário de desenho e desenvolvimento Produção	Sensível a resultados	Know-how de desenho, conhecimento usuários, patentes	Produto, desenho	Doméstica, clientes	Produto	Pequeno	Baixa concentrada	Fornecedores especializados	Maquinarias instrumentais

EP - Departamento de Engenharia e Produção

Fonte: Adaptado de Pavitt (1984)

### 3.2.8) Outros Elementos do Regime Tecnológico : Recursos Humanos, Estrutura e Sistema de Gestão

A Petrobras procura continuamente desenvolver competências em áreas tecnológicas críticas para o sucesso da empresa, no centro de pesquisas mantém um efetivo próprio de doutores (5%), mestres (16%), graduados (32%) e profissionais de nível médio (45%) , que formam uma massa crítica essencial ao sucesso do processo de inovação. Seu programa de desenvolvimento de recursos humanos contempla atividades educacionais no país e no exterior de forma consistente e integrada às necessidades dos usuários, priorizando áreas onde é necessário manter ou aprimorar o domínio tecnológico.

Da mesma forma, é mantido um estreito contato com as universidades e outros centros de pesquisa no país, tanto para a execução de projetos de pesquisa e engenharia não rotineira que não possam ser integralmente conduzidos pela empresa, ou que sejam mais bem conduzidos sob a forma de parcerias, como pelo compromisso mantido pela empresa em contribuir para o desenvolvimento da comunidade científica e tecnológica do país.

**Tabela 9 - Evolução do efetivo próprio lotado no Centro de Pesquisas**

Nível	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
N.Médio	858	806	728	659	634	627	531	683	708	709
N.Superior-Graduad	441	402	373	361	333	290	295	292	410	509
N.Superior-Mestres	232	234	223	212	231	242	248	247	260	255
N.Superior-Doutores	60	65	68	70	61	76	80	86	87	87
<b>Total da Lotação</b>	<b>1591</b>	<b>1507</b>	<b>1392</b>	<b>1302</b>	<b>1259</b>	<b>1235</b>	<b>1154</b>	<b>1308</b>	<b>1465</b>	<b>1560</b>

**Fonte: Área de RH do Centro de Pesquisas da Petrobras, página intranet, acesso em janeiro de 2005.**

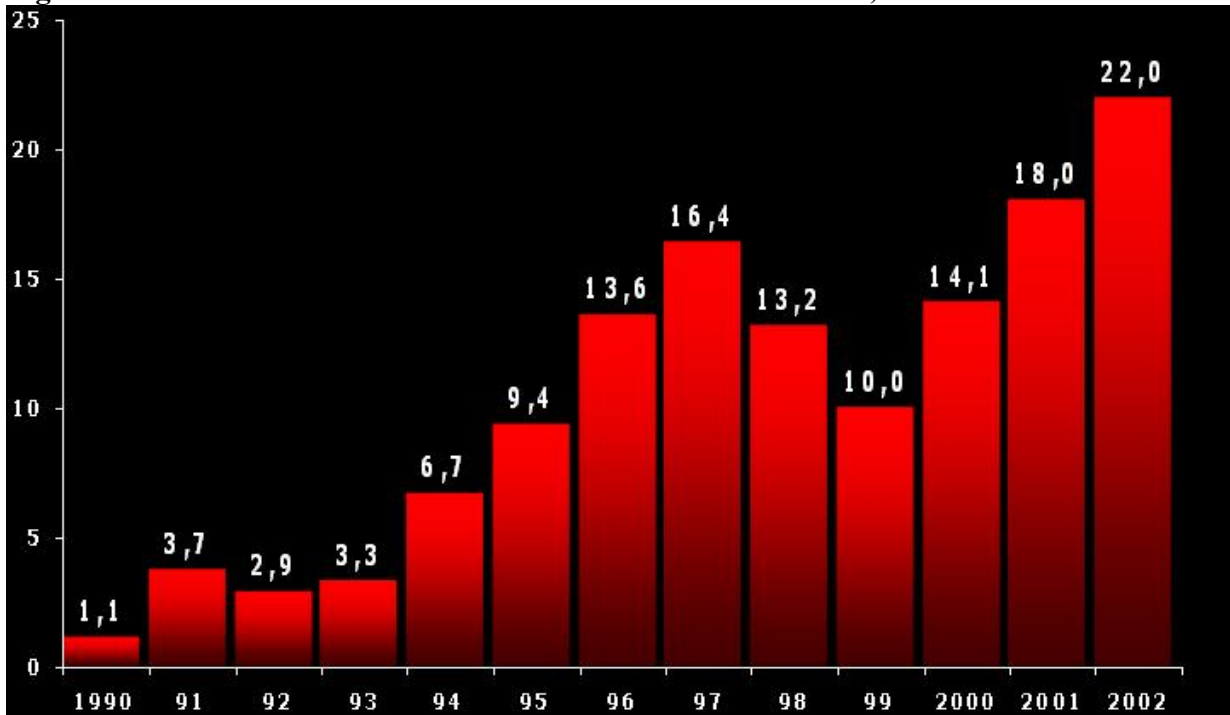
Na relação a seguir, uma amostra das instituições sub-contratadas para esse fim:

- IME - Instituto Militar de Engenharia
- COPPE - Fund. Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos
- PUC - Pontifícia Universidade Católica
- BIO-RIO - Fundação Bio-Rio
- UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- FURI - Fundação Regional Integrada
- UFBA - Universidade Federal da Bahia
- UFF - Universidade Federal Fluminense
- TECPAR - Instituto de Tecnologia da Paraná
- UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
- UFC - Universidade Federal do Ceará
- UNIFACS - Universidade de Salvador
- UFPE - Universidade Federal de Pernambuco
- UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

- UFPR - Universidade Federal do Paraná
- UFES - Universidade Federal do Espírito Santo
- USP - Universidade de São Paulo
- UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

O gráfico apresentado na figura 8 mostra uma série histórica dos valores já investidos na comunidade. O direcionamento da acumulação tecnológica está na melhoria tanto de processos, envolvendo novos materiais e equipamentos, como no desenvolvimento de novos produtos. No que diz respeito aos principais canais de imitação e transferência tecnológica, encontramos a subcontratação de cientistas e engenheiros, através de contratos de serviços e aquisição de know-how, seja com universidades ou institutos de P&D, e a compra de equipamentos de alta tecnologia para a realização de pesquisas.

**Figura 8 - Investimentos da Petrobras na comunidade de C&T , em US\$ milhões**

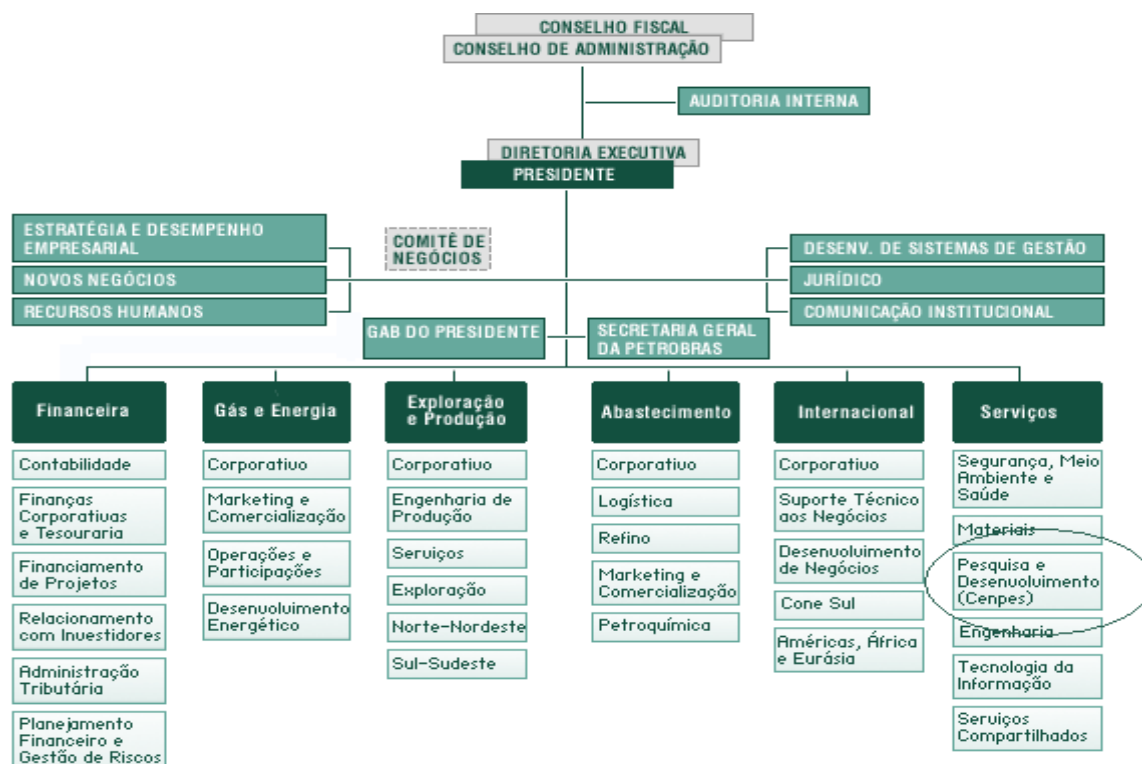


Fonte : Petrobras (2004), Cenes, apresentação institucional a investidores.

A Petrobras emprega atualmente cerca de 38.000 trabalhadores diretos, espalhados por diversas unidades em todo o território nacional e em países como a Argentina, Bolívia, Angola e Estados

Unidos. No início dos anos 90, no entanto, eram cerca de 60.000, quando uma ampla política de terceirização deu início a uma contínua diminuição de efetivo próprio, reduzindo-o a 35.000 em 2000. A retomada de contratação de pessoal próprio através de concursos públicos nacionais iniciou-se nesse mesmo ano, através de uma política de primeirização<sup>30</sup> em suas atividades essenciais. De acordo com notícia veiculada na internet<sup>31</sup> em 19/03/2001, a força de trabalho terceirizada que atua na empresa gira em torno de 100.000 trabalhadores, espalhados por diversas empresas prestadoras de serviço. Em termos da estruturação de suas atividades de pesquisa e desenvolvimento, a Petrobras mantém o Centro de Pesquisas vinculado a uma diretoria serviços, deixando bem claro o seu posicionamento como atividade de apoio aos negócios da companhia.

**Figura 9 - Posicionamento da atividade de P&D no organograma da Petrobras.**



**Fonte : Petrobras (2004), página da Internet.**

Em sua estrutura interna, o Centro de Pesquisas abriga gerências dedicadas aos esforços de P&D em cada uma das grandes áreas de negócio, cumprindo um rígido alinhamento funcional, e mais

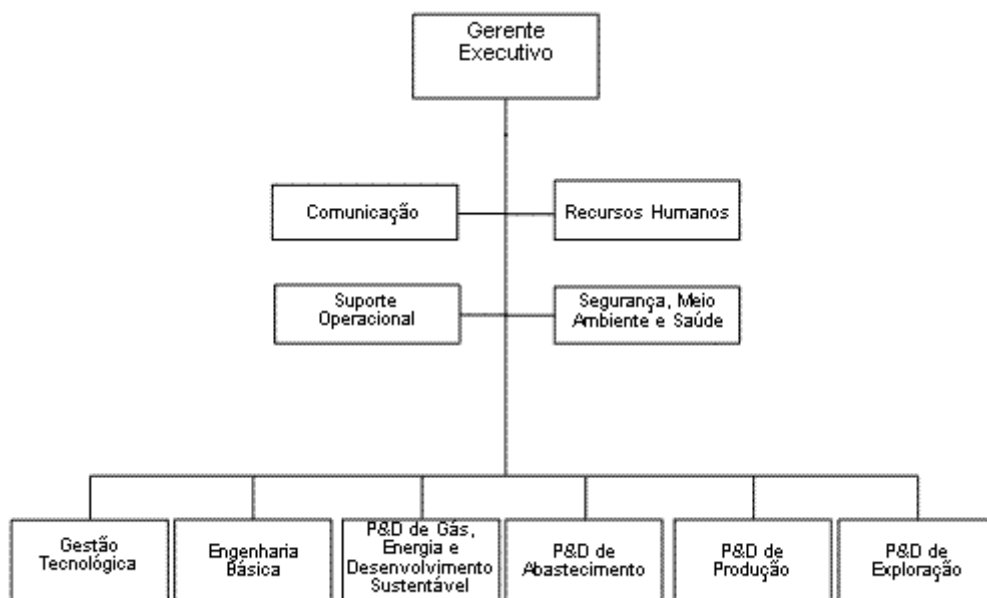
<sup>30</sup> Substituição de empregados terceirizados por próprios

<sup>31</sup> <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u24770.shl>

aos projetos de engenharia não rotineira em todas as áreas e ainda à gestão do processo tecnológico. Fisicamente, o Centro ocupa uma área total 122 mil m<sup>2</sup>, sendo 45 mil m<sup>2</sup> de área construída. Em 2005 serão iniciadas obras de expansão em mais 36 mil m<sup>2</sup>.

Completam a estrutura física um total de 137 laboratórios e 30 unidades-piloto, que suportam o funcionamento de 12 programas tecnológicos. São conduzidos anualmente cerca de 500 projetos de P&D, 40 de engenharia não rotineira e cerca de 580 assistências técnicas.

**Figura 10 - Organograma do Centro de Pesquisas da Petrobras**



**Fonte : Centro de Pesquisas da Petrobras (2004), site interno (intranet).**

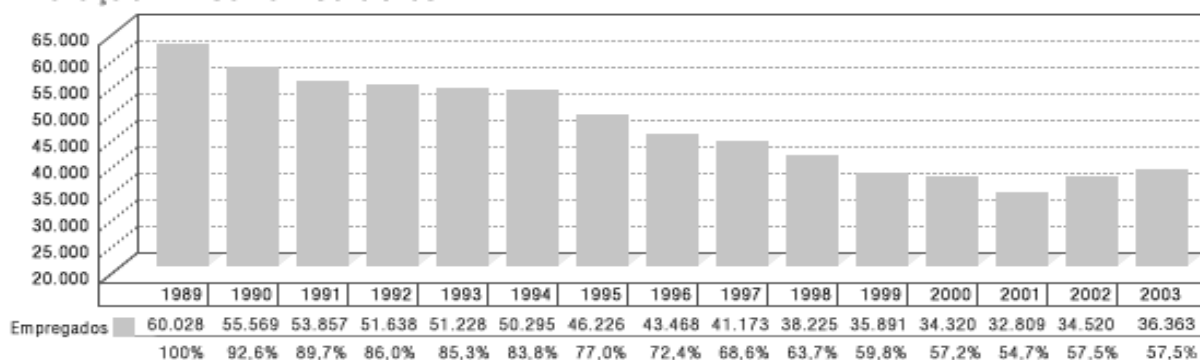
No que diz respeito à gestão do sistema tecnológico, a Petrobras adota uma metodologia que integra o plano estratégico da empresa, e seus desdobramentos em planos de negócio, ao planejamento de pesquisa. As grandes áreas de negócio formam comitês tecnológicos estratégicos, chamados de “CTEs”, que são foros que congregam os especialistas em negócios e tecnologia e os gerentes de áreas de negócio que, a cada dois anos, definem diretrizes e prioridades ao sistema tecnológico. As definições envolvem a seleção e ordenação de fatores tecnológicos, que agrupam tecnologias afins relacionadas diretamente às atividades de negócio.

Os comitês tecnológicos estratégicos da Petrobras contemplam as três grandes áreas de negócio da empresa:

- Exploração e Produção (COMEP);
- Abastecimento (COMAB);
- Gás e Energia (COMEG);

**Figura 11 - Efetivo de trabalhadores próprios da Petrobras , de 1990 a 2003**

Evolução - Efetivo Petrobras



**Fonte: Petrobras (2004) , site de relações com o investidor.**

O trabalho dos comitês abrange uma ampla avaliação das tecnologias, coordenando a atuação de redes de inteligência tecnológica (conhecidas por “RITs<sup>32</sup>”) e gerando a atribuição de graus para as dimensões sustentabilidade, risco e esforço associados e cada uma delas, seguindo uma orientação básica do plano estratégico. O conceito de sustentabilidade adotado no modelo de gestão tecnológica considera três dimensões fundamentais: econômica, ambiental e social, abordagem conhecida como “Triple Botton line”<sup>33</sup>, que recomenda às organizações uma gestão que busque equilibradamente a prosperidade econômica, a qualidade ambiental e a justiça social.

Uma vez que as tecnologias estão avaliadas, e as diretrizes tecnológicas e de gestão e critérios para seleção de projetos estabelecidos, esses passam a orientar o funcionamento dos comitês

<sup>32</sup> Grupos formados por profissionais especialistas, que monitoram permanentemente a evolução do ambiente externo, analisando os impactos dos avanços e tendências tecnológicas sobre o ambiente de negócios.

<sup>33</sup> Conceito criado por John Elkinton, em seu livro “Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business, em 1998.



tecnológicos operacionais, conhecidos como “CTOs”, que, anualmente, irão avaliar cada uma das inúmeras propostas preliminares de projeto (conhecidas como “PPPs”) que surgem tanto no centro de pesquisas como nas áreas de negócio.

O resultado esperado desse processo é uma carteira de projetos de pesquisa otimizada, alinhada aos objetivos estratégicos da empresa, mas com espaço para idéias que assegurem inovações potencialmente interessantes para um horizonte de tempo mais longo<sup>34</sup>.

**Figura 12 - Esquema do processo de gestão tecnológica da Petrobras**

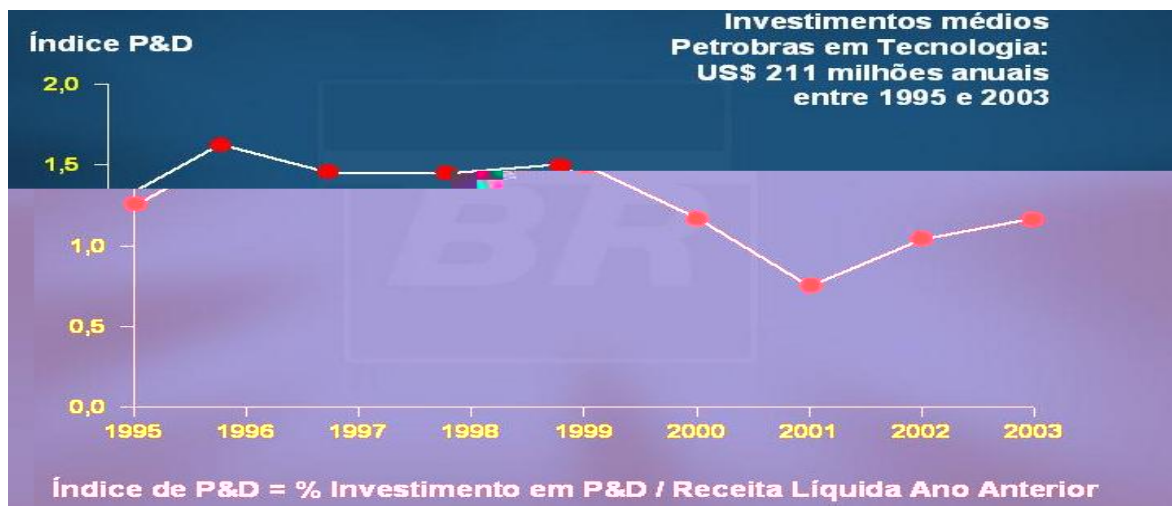


**Fonte : Petrobras (2004), Cenes, apresentação institucional a investidores.**

No que se refere à gestão orçamentária dos gastos com P&D, o centro de pesquisas da empresa concentra a maior parte dos recursos a ele destinados, sendo uma orientação da alta administração seguir um índice de realização de gastos que gire em torno de 1% da receita líquida do ano anterior, o que tem sido observado. Adicionalmente ao orçamento anual de pesquisa da empresa, são conduzidos projetos em parceria com universidades e outros institutos de pesquisa com financiamento direto do fundo setorial CTPETRO.

<sup>34</sup> Dizendo respeito, também, a uma categoria de inovações conhecida como “radical”, entendida como aquela que transcenda em importância e impacto os limites das inovações incrementais, ou ordinárias.

**Figura 13 - Índice de investimento em P&D da Petrobras – 1995 a 2003**



**Fonte : Petrobras (2003), Cenpes, apresentação institucional a investidores.**

### 3.3) O Fator Conhecimento na Estrutura Produtiva do Setor – Avaliação Quantitativa

O setor de petróleo e gás brasileiro deve muito de seu desempenho atual aos avanços tecnológicos conseguidos pela empresa representativa nas últimas décadas, principalmente devido ao pioneirismo das conquistas de um de seus maiores programas tecnológicos, o PROCAP<sup>35</sup>. É óbvio que a produção do petróleo nacional, sendo oriunda em 80% da bacia de Campos, das quais a maior parte em águas profundas, seja fruto desses esforços empreendidos em P&D. Segundo Filho (*apud* PIQUET, 2003) em 2005 a Petrobras deverá estar produzindo 1,9 milhões de barris por dia, sendo que 70% deles oriundos de águas profundas. Contudo, as realizações do PROCAP, as de maior visibilidade, bem como as dos demais programas tecnológicos, não foram as únicas conquistas inovativas da empresa, uma miríade de passos incrementais em seus processos, muitos deles oriundos do “chão de refinaria”, atestam seu grau de excelência tecnológica. Medir o quanto isso representa do desempenho produtivo da empresa, embora se possa fazer intuitivamente uma idéia, requer a adoção de alguns pressupostos e simplificações.

<sup>35</sup> Programa Tecnológico de Águas Profundas.

### 3.3.1) Adoção de um Modelo Teórico

Uma abordagem técnica usual em economia é a estimação de uma função de produção para empresas, onde possam ser avaliadas as contribuições dos principais fatores por ela empregados na obtenção de seu resultado físico, ou produto. Tradicionalmente, funções de produção são estimadas com dois fatores: capital (K) e trabalho (L), na clássica forma funcional Cobb-Douglas. Sabe-se, no entanto, que os resultados alcançados pelo setor em sua história recente são devidos, em alta proporção, aos avanços tecnológicos alcançados pela empresa representativa, sendo adequado incluímos na estimação alguma representação do fator tecnologia (A). O modelo de Romer (2001), para uma economia com dois setores, considera para o setor produtivo uma função do tipo Cobb-Douglas com os fatores de nosso interesse.

Greene (2003) alega que funções do tipo Cobb-Douglas, da família genérica das formas CES<sup>36</sup>, são funcionais não flexíveis limitando as elasticidades-substituição entre os fatores a valores constantes (+1 ou -1) que podem ser desinteressantes. Da mesma forma, os parâmetros de economia de escala nessa forma funcional são fixos (resultem eles em rendimentos crescentes, constantes ou decrescentes). Mas essa não é a única forma existente, o modelo Translog, de acordo com Greene (2003), é um dos mais populares modelos de funções de produção que relaxam essas hipóteses, sendo interpretado como uma aproximação de segunda ordem de uma forma funcional desconhecida. Voltando à forma tradicional Cobb-Douglas, com uma ligeira rearrumação e simplificação na forma sugerida por Romer (2001), chegamos a:

$$Y_{(t)} = B(K_{(t)})^{\alpha} (L_{(t)}A_{(t)})^{(1-\alpha)} \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

Onde Y = Produto ; L = Fator Trabalho ; K = Fator Capital ; A = Fator Tecnologia  
t = Tempo discreto (trimestres); B=Constante<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Recapitulando, Constant Elasticity of Substitution (Elasticidade-Substituição Constante)

<sup>37</sup> O modelo de Romer(2001) considera B=1, ou, alternativamente, Ln B = 0

Tal modelo pressupõe, além de elasticidades-substituição constantes, homogeneidade linear de grau 1, indicando retornos constantes de escala. Implicitamente, essa forma funcional trata a tecnologia como um fator que potencializa os resultados do fator trabalho. Jones (1999), considera assim o fator tecnológico, ou seja, a tecnologia é “aumentadora” de trabalho.

Contudo, consideramos razoável avaliar uma primeira flexibilização nessa forma, tratando separadamente o fator tecnológico e relaxando a condição de retornos constantes de escala, conduzindo-nos a uma forma do tipo:

$$Y_{(t)} = B(L_{(t)}A_{(t)})^{\alpha}(K_{(t)})^{\beta}$$

Para o caso de se considerar a tecnologia como fator associado ao trabalho, ou :

$$Y_{(t)} = B(L_{(t)})^{\alpha}(K_{(t)})^{\beta}(A_{(t)})^{\gamma}$$

Para o caso de se considerar a tecnologia como um fator independente, ou pelo menos não associada ao fator Trabalho. Uma das avaliações interessantes que a estimação dessa função traz é o resultado de  $\alpha + \beta$ , no primeiro modelo, ou  $\alpha + \beta + \gamma$  no segundo, que revelará a economia de escala (pressupondo-a ainda constante) para o setor : se crescente ( $>1$ ), constante ( $=1$ ) ou decrescente ( $<1$ ). Os coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  podem ser interpretados como elasticidades parciais do nível de produção com respeito aos respectivos fatores<sup>38</sup>, de acordo com Chiang (1982).

Um modelo Cobb-Douglas pode ter seus parâmetros estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinários depois que a equação é “logaritmizada”. Assim, tomando-se os logs de ambos os lados da igualdade, nas duas “versões” da forma Cobb-Douglas, temos as equações:

a) Tecnologia associada ao fator trabalho:

---

<sup>38</sup> Ou elasticidade-produto.

$$\ln Y_{(t)} = \ln B + \alpha \ln(L_{(t)} \cdot A_{(t)}) + \beta \ln(K_{(t)})$$

b) Tecnologia como fator independente:

$$\ln Y_{(t)} = \ln B + \alpha \ln(L_{(t)}) + \beta \ln(K_{(t)}) + \gamma \ln(A_{(t)})$$

Partindo para a forma funcional amplamente flexível, a função de produção Translog com 3 fatores é dada por:

$$\ln Y_{(t)} = \beta_1 + \beta_2 \ln L_{(t)} + \beta_3 \ln K_{(t)} + \beta_4 \ln A_{(t)} + \beta_5 \left( \frac{1}{2} \ln^2 L_{(t)} \right) + \beta_6 \left( \frac{1}{2} \ln^2 K_{(t)} \right) + \beta_7 \left( \frac{1}{2} \ln^2 A_{(t)} \right) + \beta_8 \ln L_{(t)} \ln K_{(t)} + \beta_9 \ln L_{(t)} \ln A_{(t)} + \beta_{10} \ln K_{(t)} \ln A_{(t)} + \beta_{11} \ln L_{(t)} \ln K_{(t)} \ln A_{(t)} + \varepsilon$$

de tempo vai do terceiro trimestre de 1997 até o segundo trimestre de 2004, por ser representativo do desempenho da empresa em ambiente aberto à competição, determinado a partir da lei 9.478/97.

### 3.3.2.1) Produto ( $Y_{(t)}$ )

É necessário identificar o produto físico da empresa representativa como um todo homogêneo, o que pode tornar-se uma tarefa um tanto trabalhosa. A Petrobras produz, basicamente, petróleo<sup>39</sup>, gás natural e derivados de petróleo, como resultado, respectivamente, dos processos dos segmentos *upstream*, e *downstream*. Poderíamos ter considerado apenas os derivados de petróleo como produto final da empresa, uma vez que o petróleo é um produto intermediário na cadeia, atuando portanto como matéria-prima, não fosse pelo fato da empresa vender, exportando, boa parte do petróleo que produz, além do fato gás natural ser vendido como produto final pelo segmento *upstream*.

Procuramos, dessa forma, numa única medida, levar em conta essas produções distintas: petróleo, ou óleo cru, gás natural e todos os possíveis derivados, que incluem: gasolina, diesel, óleo combustível, nafta, querosene de aviação, GLP<sup>40</sup>, enxofre, asfalto etc. Ao resumir essa diversidade de produtos numa única medida, procuramos sintetizar o que chamamos de “esforço produtivo”, homogeneizado por questões de simplicidade, mas não perdendo por isso representatividade numa estimativa dessa natureza. A medida é a seguinte: milhares de barris de petróleo processados por dia, que são tanto aqueles produzidos pelo segmento *upstream*, (óleo cru e gás natural<sup>41</sup>), como aqueles consumidos pelo segmento *downstream*, e que irão resultar nos mais diversos derivados.

Ressaltamos, mais uma vez, que por questões de simplificação, estamos assumindo que esses esforços podem ser considerados homogêneos. Assim, o esforço produtivo da empresa será

---

<sup>39</sup> Não interessando a usual distinção quanto ao seu grau API (American Petroleum Institute), indicador da densidade relativa que o categoriza como leve ou pesado - quanto maior o grau, mais leve o óleo ou derivado.

<sup>40</sup> Gás liquefeito de petróleo.

<sup>41</sup> Cujo volume é convertido para barris de óleo equivalente (boe).

representado pela soma dos resultados das duas grandes áreas de negócio da empresa representativa, em termos de uma produção média diária, em cada trimestre, dos milhares de barris de óleo equivalente (boe) processados, considerando uma definição de processamento que engloba tanto a produção de óleo e gás natural, como a da totalidade dos derivados.

### 3.3.2.2) Trabalho ( $L_{(t)}$ )

A força de trabalho empregada no setor produtivo ( $L_{(t)}$ ) será a média do total de empregados da companhia ativos a cada trimestre, menos aqueles alocados em P&D, pois estes estão envolvidos com a produção de conhecimentos e não de bens, sendo o resultado de seu esforço hipoteticamente captado pela variável tecnologia ( $A_{(t)}$ ).

Sabe-se, de antemão, que a variável trabalho poderá apresentar problemas de estimação, pois os números disponíveis não refletem na íntegra o total de pessoas empregadas pela empresa, mas apenas aquelas que pertencem ao seu quadro próprio. Há um grande número de terceirizados que não entram nessa medição, pois não se conhece ao certo sua magnitude, estima-se que oscila em torno de 100.000 trabalhadores, como citamos há pouco, mas não há levantamentos divulgados oficialmente. Os empregados em P&D são todos aqueles lotados no centro de pesquisas da empresa.

### 3.3.2.3) Capital ( $K_{(t)}$ )

Para o capital ( $K_{(t)}$ ) foi utilizada uma proxy extraída do balanço patrimonial da empresa: o ativo permanente real, em milhares de reais, deflacionado para valores de julho de 1997, que é o primeiro mês do primeiro trimestre da série, através do IGP-M da Fundação Getúlio Vargas. O ativo permanente é uma representação conveniente da totalidade de máquinas, instalações físicas e equipamentos utilizados pela empresa nas mais diversas áreas, que direta ou indiretamente servem ao seu esforço produtivo. Desse montante foi excluído o total de investimentos dedicados exclusivamente a P&D, uma vez que esses investimentos estão envolvidos apenas com o setor de produção de conhecimento, e não com o de produto.

#### 3.3.2.4) Tecnologia ( $A_{(t)}$ )

Para medir o emprego do fator tecnologia, foi adotado o estoque de patentes internacionais mantidas pela empresa a cada trimestre. Porter e Stern (2002), e Pessoa(2003), já utilizaram essa medida para estimar funções de produção de idéias ou conhecimento. As patentes internacionais, especialmente as depositadas nos Estados Unidos, por alcançarem uma proteção mais ampla e por representarem conhecimento com valor comercial, são aproximações conveniente desse fator. Além disso, a Petrobras é uma empresa com alta propensão à apropriação de conhecimentos através das patentes, o que apóia fortemente a sua adoção como medida adequada do fator tecnológico.

#### 3.3.3) Os Dados e as Estimações

A série foi obtida na página institucional da Petrobras em sua maior parte: produto, ativo permanente e força de trabalho. Os dados sobre patentes internacionais da empresa foram colhidos diretamente no site da USPTO<sup>42</sup>.

Nosso modelo teórico fundamental (Romer ,2001) não considera para o setor produtivo a existência da constante ( $\ln B$ ), também conhecida como intercepto, mas podemos, em princípio, considerá-la como parte integrante dos modelos, uma vez que não há razões de outra ordem fortes para não considerá-la<sup>43</sup>; Chiang (1982) a rotula como um parâmetro de eficiência, ou indicador do estado da tecnologia, talvez Romer o tenha suprimido porque usou uma variável com esse objetivo, mas não vemos, em princípio, razões para suprimi-lo.

Por um impulso de investigação, nos levamos a questionar também a adequação do tratamento teórico dado à variável Tecnologia, defendido por Jones(1999) e também adotado por

---

<sup>42</sup> United States Patent and trademark Office, agência do Departamento de Comércio americano ([www.uspto.gov/patft/index.html](http://www.uspto.gov/patft/index.html)) acesso em julho de 2004.

<sup>43</sup> Romer(2001) considerou o intercepto apenas na equação para o setor de produção de conhecimentos.



Romer(2001), que a consideram um fator “aumentador” de trabalho, estando portanto associadas as duas variáveis.

Decidimos avaliar algumas formas funcionais Cobb-Douglas variando essas considerações sobre o intercepto e sobre a associação das variáveis Trabalho ( $L_{(t)}$ ) e Tecnologia ( $A_{(t)}$ ), e com base nos valores das estatísticas de significância e de autocorrelação analisar os resultados. Como o interesse primordial é uma avaliação quantitativa da importância do fator tecnologia no ambiente produtivo do setor, queremos verificar seu comportamento tanto sob as hipóteses básicas do

critos pelas equações (1) e (2)

pletos, com elasticidades-produto negativas e razões t baixas<sup>44</sup>, reforçadoras da suspeita de que a série não representa

ultados de estimação de 6 modelos distintos, representados pelas seguintes equações, que foram “logaritmizadas” para permitir a utilização do método dos mínimos quadrados ordinários.

$$Y_{(t)} = B L_{(t)}^{\alpha} K_{(t)}^{\beta} A_{(t)}^{\gamma} \quad B=0, \quad \text{lho;}$$

=0,

ciada ao Trabalho;

B=1 =>Ln

$$Y_{(t)} = B L_{(t)}^{\alpha} K_{(t)}^{\beta} A_{(t)}^{\gamma} \quad B \neq 0, \text{ ou}$$

- 5) Cobb-Douglas “5”:  $Y_{(t)} = B(L_{(t)}A_{(t)})^{\alpha_5}(K_{(t)})^{\beta_5}$ ,  $B > 1 \Rightarrow \ln B \neq 0$ ,  
ou seja, com intercepto e Tecnologia associada ao Trabalho;
- 6) Cobb-Douglas “6”:  $Y_{(t)} = B(A_{(t)})^{\alpha_6}(K_{(t)})^{\beta_6}$ ,  $B > 1 \Rightarrow \ln B \neq 0$ ,  
ou seja, com intercepto e sem Trabalho;

Os dados e o resultado completo das estimações encontra-se nas tabelas a seguir, as linhas onde aparece a variável Tecnologia foram destacadas em azul na estimação dos coeficientes<sup>45</sup>:

**Tabela 10 – Fatores de produção do Sistema Petrobras, série trimestral**

Período	Produto (Y) <sup>*</sup>	Trabalho (L) <sup>**</sup>	Capital (K) <sup>***</sup>	Tecnologia (A) <sup>****</sup>
T3 1997	2.523,54	40.192	20.955.230,51	79
T4 1997	2.572,30	39.758	20.682.613,83	79
T1 1998	2.611,03	39.393	20.448.496,99	79
T2 1998	2.670,26	38.597	21.604.256,51	80
T3 1998	2.750,88	37.389	21.794.291,33	84
T4 1998	2.845,04	37.049	22.028.501,56	88
T1 1999	2.901,54	36.479	20.709.733,79	88
T2 1999	2.947,38	35.630	20.797.682,93	91
T3 1999	2.905,82	35.026	20.835.610,69	94
T4 1999	3.042,92	34.734	19.968.913,62	97
T1 2000	2.999,26	34.448	19.861.802,72	104
T2 2000	3.116,10	33.838	19.740.964,42	107
T3 2000	3.101,03	33.278	19.285.794,33	113
T4 2000	3.302,53	33.101	19.140.694,06	118
T1 2001	3.277,33	32.741	19.360.889,96	124
T2 2001	3.254,33	32.563	19.357.657,47	128
T3 2001	3.408,00	32.044	18.765.487,73	133
T4 2001	3.309,33	31.705	18.386.296,37	140
T1 2002	3.529,70	33.667	18.400.812,44	140
T2 2002	3.504,43	33.387	18.924.665,54	142
T3 2002	3.543,83	33.675	19.491.394,85	144
T4 2002	3.460,87	38.081	17.630.752,67	147
T1 2003	3.742,73	35.308	20.150.661,92	148
T2 2003	3.715,37	35.394	21.111.257,67	157
T3 2003	3.839,00	35.732	22.089.766,74	159
T4 2003	3.730,70	36.507	22.878.880,54	161
T1 2004	3.821,20	37.475	23.219.550,54	167
T2 2004	3.752,67	38.108	23.732.344,71	168

**Fonte: Petrobras (2004) / USPTO (2004)**

**(\*) Em milhares de barris de óleo equivalente/dia**

**(\*\*) Em unidades de trabalhadores**

**(\*\*\*) Em milhares de reais de julho/1997**

<sup>45</sup> Os cálculos estatísticos subsequentes foram efetuados pelo software Eviews, versão 3.0.

(\*\*\*\*) Estoque de patentes internacionais concedidas, em unidades

**Tabela 11 – Resultados gerais da estimação dos modelos**

Estimação dos modelos	Modelos com a Forma Funcional Tipo "Cobb-Douglas"					
	1	2	3	4	5	6
Soma quadrados dos resíduos	0,026476	0,052835	0,027180	0,014770	0,046225	0,016918
Erro padrão da regressão	0,032543	0,045079	0,032332	0,024808	0,043000	0,026014
R <sup>2</sup>	0,941262	0,882785	0,939702	0,967232	0,889245	0,962467
R <sup>2</sup> ajustado	0,936563	0,878277	0,937382	0,963136	0,897449	0,959465
Estatística Durbin-Watson	1,117720	0,832254	1,034682	1,801058	1,145979	1,644945
Variáveis Explicativas	3	2	2	3	2	2
Número de observações	28	28	28	28	28	28
Autocorrelação (avaliação a 5%)	Sim: (-)	Sim: (-)	Sim: (-)	Não	Sim: (-)	Não

**Fonte: Elaboração própria**

**Tabela 12 – Resultados específicos da estimação dos modelos**

Estimação dos coeficientes dos modelos			
Modelo / Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Estatística t
<u>Cobb-Douglas "1"</u>			
Ln L (log Trabalho)	-0,103399	0,124921	-0,827720
Ln K (log Capital)	0,407361	0,081360	5,006898
Ln A (log Tecnologia)	0,483157	0,028157	17,159645
<u>Cobb-Douglas "2"</u>			
Ln (L*A) (log Trabalho*Tecnologia)	0,516571	0,040439	12,774069
Ln K (log Capital)	0,011972	0,036666	0,326510
<u>Cobb-Douglas "3"</u>			
Ln K (log Capital)	0,340301	0,007213	47,177580
Ln A (log Tecnologia)	0,492684	0,025739	19,141170
<u>Cobb-Douglas "4"</u>			
Ln B (Constante)	4,859184	1,089664	4,459341
Ln L (log Trabalho)	-0,183916	0,085506	-2,150913
Ln K (log Capital)	0,173898	0,053947	3,223519
Ln A (log Tecnologia)	0,464921	0,016992	27,360620
<u>Cobb-Douglas "5"</u>			
Ln B (Constante)	3,605855	1,876411	1,921677
Ln (L*A) (log Trabalho*Tecnologia)	0,505671	0,039958	12,654990
Ln K (log Capital)	-0,192428	0,130940	-1,469594
<u>Cobb-Douglas "6"</u>			
Ln B (Constante)	4,468895	1,039478	4,299173
Ln K (log Capital)	0,077564	0,061733	1,256444
Ln A (log Tecnologia)	0,482735	0,020135	23,975240

**Fonte: Elaboração Própria**

Além das estatísticas usuais da estimação por mínimos quadrados, tais como os testes de significância individual dos coeficientes, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), Durbin-Watson (incluindo avaliação de autocorrelação com 5% de significância) etc, as equações mais

“completas” (sem restrição de coeficientes) foram submetidas a comparações contra as suas respectivas “incompletas” (com restrição), em testes F, para decidir sobre a importância do intercepto e da variável Trabalho nos modelos, em outras palavras, para saber se fazem ou não alguma diferença. Assim, para avaliar variável Trabalho, foi testada a seguinte hipótese:

$$H_0: \alpha_1 = 0$$

$$H_1: \alpha_1 \neq 0$$

Com a seguinte regra de decisão:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Rejeitar } H_0 \text{ se razão F calculada} > \text{razão } F_{\text{crítica}}^{46} \\ \text{Não Rejeitar } H_0 \text{ caso contrário} \end{array} \right.$$

Aplicada sobre o modelo Cobb-Douglas “1”, que equivale a comparar este modelo ao Cobb-Douglas “3”, que vem a ser mesmo que o primeiro com a restrição linear  $\alpha_1 = 0$ . Da mesma forma, o teste foi aplicado também sobre o modelo “4” (comparando-o ao “6”). A estatística do teste (razão F), de acordo com Gujarati (2000), é dada por:

$$F(J, n - k) = \frac{\frac{(SQR_R - SQR_{IR})}{J}}{\frac{SQR_{IR}}{(n - k)}}$$

Sendo:

- $SQR_R$  = Soma dos quadrados dos resíduos do modelo sem restrição;
- $SQR_{IR}$  = Soma dos quadrados dos resíduos do modelo com restrição;
- $J$  = Número de restrições lineares;
- $n$  = Número de observações;
- $k$  = Número de parâmetros da equação sem restrição

Os resultados foram os seguintes:

---

<sup>46</sup> Adotando a significância de 1%

**Tabela 13 – Resultado do primeiro teste de hipótese**

<b>Modelos</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>crítico 1%</sub></b>	<b>Resultado</b>
Cobb-Douglas 1 e 3	0,6648	7,77	Não Rejeita
Cobb-Douglas 4 e 6	3,4903	7,82	Não Rejeita

**Fonte: Elaboração Própria**

A indicação de não rejeição de  $H_0$  para o teste nas duas equações nos levam a confirmar a irrelevância da variável trabalho, conseqüentemente a inadequação da série utilizada para representar o respectivo fator.

Efetuando o mesmo teste<sup>47</sup> desta vez para avaliar a relevância do intercepto sobre as equações “4”, “5” e “6”, os resultados foram os seguintes :

$$H_0: B = 1$$

$$H_1: B \neq 1$$

**Tabela 14 – Resultado do segundo teste de hipótese**

<b>Modelos</b>	<b>F<sub>calculado</sub></b>	<b>F<sub>crítico 1%</sub></b>	<b>Resultado</b>
Cobb-Douglas 4 e 1	19,0213	7,82	Rejeita
Cobb-Douglas 5 e 2	3,5749	7,77	Não Rejeita
Cobb-Douglas 6 e 3	15,1643	7,77	Rejeita

**Fonte : Elaboração Própria**

Uma única indicação de não rejeição da hipótese nula, contra duas de rejeição. A presença do intercepto só foi irrelevante no modelo “5”, talvez seja precipitado concluirmos que ele seja imprescindível na explicação do nível do produto. Isso nos sugere que Romer(2001) possa ter incorrido em falha de especificação ao não considerar o intercepto para o setor produtivo. Esse modelo “5”, em particular, apresentou elasticidade-produto negativa para o fator Capital, o que

<sup>47</sup> Com a mesma regra de decisão.

não é muito adequado ao que se supõe para os fatores de produção em teoria, ou seja, a produtividade marginal negativa.

A presença de autocorrelação negativa nos resíduos nos modelos “1”, “2”, “3” e “5” de uma certa forma os “desautorizam”, indicando que provavelmente há neles viés de especificação, seja por exclusão de variáveis importantes ou forma funcional inadequada, mas esse problema é típico das séries temporais, há uma certa influência intertemporal nos resultados das variáveis que de certa forma se manifestam nessa avaliação. Uma conseqüência indesejável disso é a provável distorção nas estatísticas dos modelos, diminuindo a confiabilidade dos testes usuais de significância.

Fosse o caso de se escolher um dos modelos como o representativo, o “4”<sup>48</sup>, em nossa avaliação, seria o “eleito”, mesmo com uma ressalva sobre a produtividade marginal negativa apresentada pelo fator trabalho, mas não é o objetivo principal.

Em todos os modelos, sem exceção, a Tecnologia apareceu como o fator de maior elasticidade-produto, com expressiva significância, confirmando a suposição teórica de que foi o mais importante insumo no esforço produtivo do setor nos últimos anos. Esse foi o objetivo primordial do exercício: obter uma evidência quantitativa dessa importância, a despeito dos problemas de medição e distorções sugeridos pela avaliação econométrica básica. Como conseqüência, encontramos indícios de que o intercepto deva ser incluído na modelagem dessa função de produção setorial com três fatores, e confirmamos a inadequação da série disponível sobre o fator Trabalho para esse fim.

Adicionalmente, nos permitimos concluir, também, que há fortes indícios de que o setor tenha enfrentado no período retornos decrescentes de escala, uma vez que em todos os modelos o somatório dos coeficientes apresentou-se menor que 1. Não vamos avançar em maiores comentários sobre essa constatação, que pode muito bem ser tema para maior aprofundamento

---

<sup>48</sup> Coincidentemente ou não, esse modelo é o mais completo em termos de especificação funcional, apresentando também as maiores significâncias individuais e global ( $R^2$  ajustado), sem a “inconveniência” da presença de autocorrelação.

em outro estudo. Uma reavaliação utilizando uma série mais adequada para o fator trabalho, e um número maior de observações, certamente trará conclusões mais precisas.

### 3.4) A Elasticidade-Custo dos Investimentos em Projetos de P&D no Setor

Uma questão que surge na avaliação da efetividade de uma política de incentivos aos investimentos em pesquisa, com foco em redução de custo, diz respeito à elasticidade-custo desse tipo de gasto, ou seja, como a demanda por novos investimentos responde às variações em seus custos. Uma das abordagens que buscou resposta a essa questão envolveu a utilização de três equações, tal como apresentado no capítulo 2 :

$$(1) \text{ Modelo Simples} : r_{it} = \alpha + \beta y_{it} - \gamma \rho_{it} + u_{it}$$

$$(2) \text{ Modelo Ampliado} : r_{it} = \beta y_{it} - \gamma \rho_{it} + f_i + t_t + u_{it}$$

$$(3) \text{ Modelo Dinâmico} : r_{it} = \lambda r_{it-1} + \beta y_{it} - \gamma \rho_{it} + f_i + t_t + u_{it}$$

Onde : i ≡ indexador de país ; t ≡ indexador de tempo;

r ≡ Ln do gasto em P&D privado; f ≡ Efeitos fixos (cientistas, língua, cultura

y ≡ Ln do produto; etc);

ρ ≡ Ln do custo de P&D; t ≡ Dummy de tempo, para captar efeitos

u ≡ Resíduo; de choques;

A determinação do coeficiente  $\gamma$ , que as equações já consideram negativo em princípio, oferece um indício de como uma economia responde às reduções de custo em P&D. É razoável em termos macroeconômicos que a redução do custo leve a incrementos nos gastos dessa categoria, como foi comprovado pelos estudos de Bloom, Griffith e Reenen(2000) sobre países da OECD, revelando um comportamento típico de demanda negativamente inclinada.

Como a avaliação de interesse é o setor de petróleo e gás brasileiro, cujas características bastante peculiares sugerem que a demanda por P&D seja pouco determinada pelo seu custo, é possível que uma função para o setor inspirada nesses modelos não apresente comportamento similar ao

de uma economia nacional. No entanto, sua estimação é útil para indicar como o setor responde em termos de mudanças nos investimentos às alterações em seus custos relativos e em outras variáveis determinantes.

Assim, far-se-á uma avaliação baseada no modelo ampliado, pois entende-se que a demanda por investimentos em P&D no setor pode não depender somente do nível do produto e do custo, mas também de outros fatores enquadráveis na categoria “efeitos fixos”, tais como a quantidade de pessoas alocadas exclusivamente à pesquisa, e a quantidade de projetos que surgem como resultado de seu processo de gestão tecnológica.

O horizonte temporal das séries, no entanto, não poderá ser o mesmo utilizado na avaliação da função de produção do setor, tanto pela indisponibilidade de dados mais específicos ao nível das declarações usuais de informações aos investidores, tais como o custo unitário médio dos projetos de P&D e quantidade de projetos abertos, como pelo fato de não haver registros contábeis detalhados da empresa representativa em períodos anteriores, correspondentes à série utilizada para a função de produção.

#### 3.4.1) Descrição do Modelo e das Variáveis

Foi utilizada, portanto, uma série de 21 observações mensais<sup>49</sup>, abrangendo o período de janeiro de 2003 a setembro de 2004, com a seguinte equação modelo:

$$r_t = \beta y_t - \gamma \rho_t + \mu L_t + \omega X_t + u_t$$

Onde : t ≡ indexador de tempo (meses), t = 1,2,...,21 ;

r ≡ Ln do gasto em P&D; L ≡ Ln dos Trabalhadores alocados em P&D;

y ≡ Ln do produto; X ≡ Ln dos Projetos de P&D ativos

ρ ≡ Ln do custo de P&D (custo unitário médio de projeto);

u ≡ Resíduo

---

<sup>49</sup> Como só foram disponibilizados dados a partir de janeiro de 2003, a saída encontrada para aumentar o número de observações foi adotar a periodicidade mensal, que também é válida para o objetivo do estudo.



A série utilizada será preservada por conter informações que vão além do detalhamento usual exigido pela CVM<sup>50</sup>, e cuja publicação neste estudo, por esse fato, não foi recomendada. A seguir, uma descrição detalhada de cada uma das variáveis.

#### 3.4.1.1) Gasto realizado em P&D ( $I_t$ )

Essa variável representa o total de gastos investidos em P&D pela empresa representativa mensalmente, geridos diretamente pelo seu centro de pesquisas, deflacionados para reais de janeiro de 2003. Envolve desde gastos com projetos de P&D em si e mais : serviços de assistência técnica e científica, gastos gerais com infra-estrutura e processos de gestão do sistema como um todo.

#### 3.4.1.2) Produto ( $Y_t$ )

É praticamente a mesma variável utilizada na função de produção e descrita em 3.3.2.1, exceto pelo fato das observações serem tomadas mensalmente, e em período distinto. Ressaltamos sua importância pelo fato do setor produtivo estudado ter, na área de produção de petróleo e gás natural, principalmente, seu desempenho muito estreitamente relacionado aos avanços tecnológicos realizados.

#### 3.4.1.3) Custo Médio Unitário do P&D ( $C_t$ )

Para estimar esse custo, foram tomados os lançamentos contábeis de gastos médios mensais, deflacionados ao nível de preços de janeiro de 2003, realizados por projeto de pesquisa ativo conduzido pelo centro de pesquisas da empresa representativa, nos itens pessoal, material, equipamentos e serviços de terceiros, principalmente. É um elemento essencial na determinação do nível de investimento, cuja elasticidade constitui o principal interesse nessa estimação.

---

<sup>50</sup> Comissão de Valores Mobiliários

#### 3.4.1.4) Trabalhadores alocados em P&D ( $L_t$ )

É registrado nessa variável o efetivo próprio de pessoas lotadas no centro de pesquisas da empresa representativa em sentido amplo, envolvendo tanto pesquisadores como técnicos e administrativos, que de forma mais ou menos direta, existem em função dos projetos de pesquisa conduzidos pela empresa. Em princípio, sua importância na determinação dos níveis de investimento em P&D demandados é atribuída ao peso de seu custo, no entanto, há também essencialidade do papel das pessoas, sobretudo os pesquisadores e gestores do sistema tecnológico, na dinâmica do processo.

#### 3.4.1.5) Projetos de P&D Ativos ( $X_t$ )

O processo de gestão do sistema tecnológico da empresa representativa tem como resultado uma carteira de projetos de P&D, necessária para suportar a demanda tecnológica suscitada pelos planos de negócio da empresa em prazo médio. A variabilidade desse número, a despeito das peculiaridades que cercam o escopo dos projetos em cada área de pesquisa, é vista a priori como um fator relevante da determinação da demanda por investimentos em P&D da empresa.

#### 3.4.2) Estimação

O resultado da estimação pode ser observado no quando a seguir:

**Tabela 15 – Resultado geral da estimação**

Soma quadrados dos resíduos :	0,146014
Erro padrão da regressão :	0,092677
$R^2$ :	0,818395
$R^2$ ajustado :	0,786347
Estatística Durbin-Watson :	2,48
Variáveis Explicativas :	4
Número de observações :	21
Autocorrelação positiva (avaliação a 5%) :	Zona de indecisão

**Fonte : Elaboração própria**

**Tabela 16 – Resultado específico da estimação**

<b>Variável</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Estatística t</b>
Produto (y)	-1,4133	0,2887	-4,8959
Custo (p)	0,3668	0,0779	4,7092
Trabalho (L)	2,6984	0,2774	9,7270
Projetos (X)	0,2393	0,1033	2,3159

**Fonte: Elaboração própria**

O modelo apresentou um bom ajuste conjunto, explicando em cerca de 78% a variabilidade no nível dos investimentos ( $R^2$  ajustado). O teste para autocorrelação não apresentou resultados conclusivos, podendo-se considerar como representativos os resultados das estatísticas usuais de significância sobre as variáveis, os quais garantem confiabilidade a todas elas. Não exploramos aqui o mérito de haver ou não o intercepto neste modelo, chegamos até a considerar essa possibilidade, mas os resultados de um teste preliminar indicaram-lhe baixa significância e um ajuste conjunto inferior, o que nos levou a considerar a especificação funcional original do modelo teórico como a mais apropriada.

Assim, verificamos uma elasticidade negativa sobre o produto da empresa, que expressa uma variação inversa entre este e o nível de investimentos em P&D. Esse resultado contraria uma suposição a priori de que essas variações seriam no mesmo sentido, como acontece em termos macroeconômicos. No entanto, uma interpretação possível é o fato de que, ao nível do setor, uma queda de rendimento na produção gera demandas adicionais ao seu sistema tecnológico, forçando um incremento nos investimentos, sobretudo nas inovações incrementais, ao passo que bons resultados na produção conduzem a uma diminuição no ritmo desses investimentos. Essa situação é perfeitamente verificável na prática, quando examinamos na empresa representativa, por exemplo, o funcionamento de programas tecnológicos que visam a ampliação de fronteiras de exploração e o melhor aproveitamento de campos maduros, cujas demandas por projetos de P&D tendem a se intensificar com a observação de queda no crescimento dos níveis de reservas provadas e recuperação de petróleo, respectivamente.

Quanto à elasticidade-custo, nosso interesse precípua, comprovou-se a idéia de que os investimentos no setor não sofrem influência contrária, ou pelo menos não são restringidos, pelo nível dos custos dos projetos de P&D conduzidos. De fato, o encarecimento dos projetos de pesquisa não determina que se gaste menos com eles, e o barateamento não faz com que se gaste

mais, ao contrário disso, o aumento dos custos em projetos de pesquisa faz com que os investimentos aumentem, embora tais incrementos nos custos não sejam transmitidos aos investimentos na mesma proporção, tal como nos informa a elasticidade-custo de 0,3668.

Podemos, em princípio, concluir que essa influência expressa uma forte determinação no cumprimento físico de uma carteira de projetos criteriosamente selecionada, sendo esse um fator de peso da determinação do nível de investimento. Esse resultado setorial pode não ser bem ao agrado de uma política que vise incrementar investimentos pela via da renúncia fiscal, e, de uma certa forma, frustrou uma expectativa nossa sobre o comportamento dos investimentos em face às mudanças em seu custo, não se repetindo o comportamento macroeconômico revelado pelos estudos já realizados sobre países no âmbito da OECD. As evidências do exercício realizado parecem indicar que a empresa representativa é muito indiferente a esse aspecto de seu sistema tecnológico.

Muito mais que o custo do P&D, o nível agregado de seu produto, e o tamanho da força de trabalho alocada, é o que determinam o aumento ou a diminuição da intensidade das aplicações de recursos em P&D, como mostra a robustez da “elasticidade-produto” de  $-1,4133$ , e da “elasticidade-trabalho” de  $2,6984$ , altamente significativas na equação. De fato, o que comandam os investimentos são as necessidades prementes das áreas fins da empresa representativa, mostrando por uma outra forma a alta integração entre as áreas de negócio e o sistema tecnológico. Assim, na medida em que o sistema produtivo demanda predominantemente soluções tecnológicas para corrigir problemas ou superar desafios que surgem em suas atividades operacionais, mais recursos são deslocados para os esforços de P&D.

De fato, a entrada ou saída de pessoas ligadas ao processo tecnológico no setor traz um reflexo muito superior ao incremento numérico de seu efetivo, causando uma espécie de efeito multiplicador nos investimentos, que se justificam tanto pelo elevado peso do custo de pessoal nos projetos de P&D, quanto pelas demandas que surgem das atividades dessas pessoas, seja na condução de projetos existentes, seja na criação de novos, no esforço de materializar mais idéias. O quantum de projetos em si também exerce um efeito positivo sobre o nível de investimentos, embora mais discreto.

É possível que o número de observações seja ainda insuficiente para ratificar essas conclusões para um horizonte mais longo, mas essa recente amostra não revelou surpresas, no sentido de indicar situações que não encontrassem correspondências observáveis no mundo prático. Vamos tomá-las por representativas de um espaço temporal que abrange os três últimos anos, quando a empresa começou a manifestar interesse maior em enquadrar a totalidade de seus gastos com P&D em programas PDTI. Dessa forma, o setor não contribuiria significativamente ao objetivo governamental de intensificar os investimentos pela via da redução do custo do P&D através de incentivos fiscais, porque investe em função de outros determinantes mais fortes. A entrada em programas de incentivo estaria simplesmente servindo ao interesse de obter maior eficiência operacional com as reduções do custo de suas pesquisas, otimizando o aproveitamento de uma postura que já lhe é peculiar.

### 3.5) Conclusão

Neste capítulo, foi justificada a adoção do sistema Petrobras como representativo das atividades do setor de petróleo e gás brasileiro. As atividades de P&D foram amplamente descritas a partir de um vetor de características que segue a taxonomia setorial de Pavitt. Para uma dimensão quantitativa da importância do fator tecnologia na estrutura produtiva do setor, foram estimadas algumas possibilidades em termos da combinação dos fatores produtivos Capital, Trabalho e Tecnologia, em formas funcionais Cobb-Douglas cujos coeficientes conferiram a esse último fator o maior peso em seu desempenho produtivo. Uma estimação da elasticidade-custo dos investimentos em P&D no setor também foi realizada, utilizando a forma funcional ampliada empregada por Bloom, Griffith e Reenen (2000), e o resultado apurado foi uma baixa elasticidade positiva, atestando que esses investimentos não são inversamente sensíveis a variações de custo, tal como foi comprovado para economias nacionais, em estudo elaborados pelos autores. Mais representativos na determinação do nível de investimentos em P&D no setor, estão o desempenho do sistema produtivo, com elasticidade-produto negativa, confirmando a premissa de que as demandas produtivas sobre o sistema tecnológico variam inversamente ao seu desempenho, e o emprego do fator humano no centro de pesquisas, determinando uma

elasticidade-trabalho consideravelmente alta, refletindo que a dinâmica do processo de inovação é muito determinada pela quantidade de pessoas direta ou indiretamente vinculadas a ele.

No capítulo seguinte vamos avaliar de que forma recaem sobre o setor as ações de política que visam incentivar e promover o P&D privado.

#### 4) Avaliação da Política de Inovação no Setor

Já comprovamos a importância desempenhada pelo fator tecnológico na estrutura produtiva do setor, caracterizando-o por diversas possibilidades como o de maior elasticidade-produto; também atestamos que o setor é indiferente a custos quando se trata do nível de investimentos em P&D. Procurar-se-á agora aplicar metodologias utilizadas para avaliar a efetividade de um sistema fiscal em conceder benefícios que reduzam seu custo, para saber em que magnitude essa redução acontece sobre o setor, e de que forma essa redução, aliada aos investimentos públicos diretos, posiciona o setor em termos dos potenciais oferecidos por uma política de incentivos. A política será analisada também em termos da influência exercida sobre o planejamento tecnológico no setor, especialmente no que diz respeito às previsões orçamentárias.

##### 4.1) Generosidade Fiscal sobre P&D Para o Setor de Petróleo e Gás Brasileiro

Muito se tem discutido a respeito dos incentivos fiscais sobre P&D nos últimos anos, principalmente após a edição do decreto 4.928/2003, num momento em que tramita no congresso nacional um projeto de lei de inovação (PL 3.476/2004). Quanto ao que efetivamente existe até momento, há quem considere os instrumentos muito significativos, em vista dos resultados já alcançados pelo programa PDTI (lei 8.881/1993) de acordo com o MCT (2003), mas também há os que ainda os considerem incipientes, achando que o país precisa de medidas muito mais abrangentes<sup>51</sup>.

Contudo, é interessante buscar uma medida numérica dessa significância nos termos da simplicidade do indicador conhecido como “B-index”, utilizado pela OECD para mensurar o

---

<sup>51</sup> De acordo com artigo veiculado em <http://www.comciencia.br/reportagens/2004/08/02.shtml>, atualizado em 10/08/2004, creditado a “GG e MP”.



Voltando à formulação do indicador B-index, seu resultado é mais bem interpretado quando convertido numa medida direta do grau de generosidade do sistema fiscal sobre os gastos com P&D. Assim, podemos transformá-lo no “G-index” :

$$\mathbf{G-index = 1 - B-index \quad ( 2 )}$$

O resultado do G-index informa diretamente o quanto se recupera de R\$1,00 empresarial investido em P&D. Assim, B-index > 1 implica em generosidade fiscal negativa, ou taxaço sobre os gastos de P&D, e B-index < 1 em generosidade fiscal positiva, ou incentivos efetivos sobre os gastos de P&D. Como exemplo, tomemos o B-index do Canadá para grandes empresas (OECD, 2002), que é de 0,827, temos que a generosidade do sistema fiscal desse país sobre os gastos de suas grandes empresas com P&D é de 0,173, ou seja, para cada unidade monetária investida em P&D nesse país as empresas recuperam 17 centavos, ou 17%. O Canadá é um dos países estudados pela OECD que apresenta maior índice de generosidade fiscal.

Não há cálculo semelhante feito para a economia brasileira. Apesar disso, será exercitada a construção de um modelo, ou uma fórmula, capaz de captar a generosidade fiscal embutida nos incentivos fiscais incidentes sobre a indústria do petróleo e gás natural brasileira, utilizando o B-index como base. O modelo poderá ser estendido para a economia do país como um todo, bastando levar em consideração no levantamento dos parâmetros os valores agregados ao nível do país<sup>53</sup>, e não apenas de um setor, e como há grande diversidade intersetorial, não há por onde tomar um único como representativo do país. Portanto, um cálculo semelhante para a economia brasileira fica como sugestão de pesquisa futura. Voltando ao indicador em si, a atenção deve ser especialmente voltada para a determinação do parâmetro z, que irá expressar o grau de recuperabilidade de impostos nos gastos efetuados com P&D.

---

<sup>53</sup> Como será mostrado mais adiante, para obter uma medida do índice para o país, de acordo com as leis de incentivo que serão consideradas em sua formulação, bastaria empregar uma medida da carga tributária nacional, e uma medida do percentual nacional dos gastos com P&D que resultam em pedidos de depósito internacional de patentes.



Algumas hipóteses simplificadoras são úteis e necessárias para driblar as complexidades e variações que caracterizam o cálculo de obrigações e benefícios do sistema fiscal brasileiro que incidem sobre o setor de petróleo e gás, sem que com isso se perca a capacidade analítica do instrumento. Warda (2001) toma isso em consideração em seu levantamento sobre os países da OECD, tendo enfrentado dificuldades semelhantes. Dessa forma, eventualmente alguém poderá achar que esse ou aquele pormenor de leis e decretos não foi levado em conta na fórmula, causando distorção no cálculo, seja por sub ou superestimação. Estamos levando em consideração apenas o que se considera razoavelmente relevante.

Assim, o ponto de partida é a qualificação contábil usual nos gastos efetuados em P&D, de onde se pode extrair o peso relativo de gastos correntes (despesas com pessoal, serviços, materiais etc) e de capital (compra de equipamentos, máquinas, material permanente etc). Hall (1995) estimou uma média de 90% para gastos correntes e 10% para gastos de capital em diversos países. A grande parte dos países estudados pela OECD realiza taxações específicas sobre essas duas categorias de gastos, e no Brasil não é muito diferente.

Portanto, uma primeira consideração a ser feita para o cálculo de  $z$  é a divisão do gasto total em P&D entre gastos correntes e de capital. Considerando também que, se os gastos com P&D são totalmente dedutíveis na apuração de impostos corporativos, o valor de  $z$  é pelo menos 1 (no caso setor de petróleo e gás brasileiro eles são<sup>54</sup>), restando calcular, então, uma parcela “ $\eta$ ”<sup>55</sup> de  $z$  que ultrapassa 1, e que expressa o que é de fato considerado incentivo no sistema tributário.

Assim :

$$z = 1 + \eta \quad (3)$$

Considerar-se-á agora os benefícios contidos no principal instrumento de incentivo aos gastos em P&D industrial no Brasil, que são, basicamente, os contidos no PDTI (lei 8.661/1993) para uma formulação genérica da parcela  $\eta$ . O PDTI concede uma alíquota “ $a$ ” sobre os gastos declarados

---

<sup>54</sup> Os gastos totais P&D totais são considerados como despesa operacional na Demonstração do Resultado do Exercício (D.R.E) da Petrobras, o que diminui a base de cálculo do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL).

<sup>55</sup> Letra do alfabeto grego, denominada “eta”.

de custeio (ou correntes), que resultará num valor a ser utilizado sob a forma de abatimento no IRPJ a pagar da empresa no fechamento anual do balanço; e uma alíquota “b”, que deve considerar um desconto a ser aplicado sobre a alíquota de IPI<sup>56</sup> aplicável na fonte, quando da aquisição de equipamentos. Por simplicidade, e para não correr o risco de considerar duplamente o benefício, não vamos tratar separadamente o item “depreciação acelerada”<sup>57</sup> e outros benefícios de menor porte contidos na lei. Não vamos, por enquanto, considerar os valores de alíquotas e participações em si, o interesse por ora é somente a derivação de uma fórmula genérica que leve o desenho desses incentivos em consideração, por isso atribuímos letras do alfabeto (“a” e “b”) para representar as alíquotas, sendo razoável também supor que são constantes no curto prazo. Assim, chamando de “ $\alpha$ ” a parcela dos gastos totais com P&D relativa a gastos correntes, e  $(1 - \alpha)$  a parcela relativa a gastos de capital, nosso  $\eta$  ficaria :

$$\eta = \alpha a + (1 - \alpha) b \quad \alpha, a, b \in \mathbb{R}, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (4)$$

Essa é a forma funcional de  $\eta$  até o surgimento do decreto 4.928/2003<sup>58</sup>, que ampliou as vantagens existentes no PDTI<sup>59</sup>, considera-se como principal e suficiente para incluir no modelo o benefício especificado em seu artigo segundo, que autoriza uma nova dedução dos gastos totais efetuados com P&D que resultaram em depósito internacional de patente, para efeito de determinação de lucro real, o que na prática significa redução extra na base de cálculo de IPRJ e CSSL<sup>60</sup> a pagar. Isso representa uma dedução dobrada para esse tipo de gasto, ou uma alíquota adicional de incentivo integral sobre ele. Por simplicidade, vamos tratá-la como um incentivo independente de 100% sobre os gastos correntes<sup>61</sup> de patentes. Vamos chamar de  $\beta$  a fração dos

<sup>56</sup> Imposto sobre Produtos Industrializados.

<sup>57</sup> Os gastos totais de P&D (incluindo os equipamentos) abatidos integralmente como despesa operacional, em nossa interpretação, permitem tratar os equipamentos como se fossem depreciados integralmente no mesmo período de sua aquisição. O decreto 4.928/2003, quando autoriza a exclusão do saldo não depreciado do equipamento no período da conclusão de sua utilização, de uma certa forma reforça nossa consideração. Mesmo podendo ser uma simplificação grosseira, não acreditamos que venha a distorcer os resultados da análise.

<sup>58</sup> Esse decreto regulamentou a lei 10.637/2002.

<sup>59</sup> Importante ressaltar que os benefícios regulamentados por esse decreto só valem para despesas amparadas por PDTI aprovado pelo MCT.

<sup>60</sup> Contribuição Social sobre o Lucro Líquido.

<sup>61</sup> Isso nos poupa novamente de considerações questionáveis a respeito da depreciação acelerada, que beneficia gastos de capital, sem prejuízo para resultado final da análise.

gastos totais de P&D que resultaram em depósitos internacionais de patentes,  $\eta$  seria então redefinido levando em conta agora essa nova discriminação de gastos, ou seja :

$$\begin{aligned}
 & \text{Decreto 4.928/2003} \quad \text{PDTI (Lei 8.661/1993)} \\
 \eta &= \overbrace{\alpha(\beta)} + \overbrace{\alpha(a) + (1-\alpha)b} \Rightarrow \\
 \eta &= \alpha(\beta + a) + (1-\alpha)b \Rightarrow \\
 \\ 
 \eta &= \alpha(\beta + a - b) + b \quad (5) \\
 & \alpha, \beta, a, b \in \mathfrak{R}, 0 \leq \alpha \leq 1 \text{ e } 0 \leq \beta \leq 1
 \end{aligned}$$

Contudo, a empresa pode não ter a totalidade de seus gastos com P&D cobertos por PDTIs autorizados pelo MCT. A Petrobras fez uso, em momentos passados distintos, de PDTIs que abrangeram apenas um de seus muitos programas tecnológicos, inicialmente com o PRAVAP (Programa de Recuperação Avançada de Petróleo) e, posteriormente, com o PROCAP (Programa tecnológico de Águas Profundas). Atualmente, a empresa está pleiteando a aprovação de 8 PDTIs que irão contemplar todos os seus programas de P&D e áreas tecnológicas no período 2004-2008, totalizando R\$ 3,2 bilhões de investimento, num esforço para maximizar a cobertura de incentivos fiscais sobre seus gastos de P&D (MCT 2003). Vamos então chamar de “ $\lambda$ ”<sup>62</sup> a fração de gastos com P&D amparados por PDTIs aprovados,  $\eta$  passa agora a ser :

$$\begin{aligned}
 \eta &= \lambda[\alpha(\beta + a - b) + b] \quad (6) \\
 \lambda, \alpha, \beta, a, b &\in \mathfrak{R}, 0 \leq \lambda \leq 1 \text{ e } 0 \leq \alpha \leq 1 \text{ e } 0 \leq \beta \leq 1
 \end{aligned}$$

Podemos agora estabelecer uma formulação completa do G-index em função de  $\eta$  e  $u$ , o que nos possibilita rápidos resultados analíticos. Definindo **G-index = f( $\eta, u$ )** e combinando (1), (2) e (3) :

---

<sup>62</sup> Letra do alfabeto grego, denominada “lambda”.

$$G - index = 1 - \frac{(1 - (1 + \eta)u)}{(1 - u)} \quad \eta, u \in \mathfrak{R}, 0 \leq u < 1 \quad (7)$$

Após um desenvolvimento algébrico, chega-se finalmente a :

$$G - index = \frac{n(u)}{(1 - u)} \quad , \quad u, n \in \mathfrak{R}, 0 \leq u < 1 \quad (8)$$

Lembrando que :  $\eta = f(\lambda, \alpha, \beta, a, b)$   $\lambda, \alpha, \beta, a, b \in \mathfrak{R}, 0 \leq \lambda \leq 1, 0 \leq \alpha \leq 1$  e  $0 \leq \beta \leq 1$ , e relembrando que :

- u  $\equiv$  Carga tributária;
- $\lambda \equiv$  Fração dos gastos totais com P&D enquadrados em programas PDTI;
- $\alpha \equiv$  Fração dos gastos totais com P&D relativa a gastos correntes;
- (1- $\alpha$ )  $\equiv$  Fração dos gastos totais com P&D relativa a gastos de capital;
- $\beta \equiv$  Fração dos gastos totais com P&D que resultaram em depósitos de patentes;
- a  $\equiv$  Alíquota de incentivo de PDTI sobre gastos correntes;
- b  $\equiv$  Alíquota de incentivo de PDTI sobre gastos de capital;

É possível tirar algumas conclusões desse resultado através da análise simples das derivadas parciais de primeira ordem do G-index visto como uma função, para avaliar como as oscilações em  $\eta$  e  $u$  afetam a generosidade fiscal do sistema. Chamando o G-index simplesmente de G, não esquecendo que  $u \in \mathfrak{R}, 0 \leq u < 1$  :

$$\frac{\partial G}{\partial \eta} = \frac{u}{(1-u)} \quad \Rightarrow \quad \frac{\partial G}{\partial \eta} > 0 \quad \text{sendo } 0 < u < 1 \quad (9)$$

$$\frac{\partial G}{\partial u} = \frac{\eta}{(1-u)^2} \Rightarrow \frac{\partial G}{\partial u} > 0 \text{ sendo } \eta > 0 \text{ ( 10 )}$$

Ou seja, a generosidade fiscal é sempre crescente em  $\eta$ , qualquer que seja  $u$  no intervalo em que é considerado, e isso já parece bastante óbvio na fórmula de  $G$ , ou seja, uma generosidade fiscal positiva depende da existência de incentivos fiscais além da dedutibilidade dos gastos de P&D como despesas operacionais na D.R.E ( $\eta > 0$ ). Já em relação a  $u$ ,  $G$  será crescente enquanto  $\eta > 0$ , ou seja, qualquer que seja a carga tributária,  $G$  é sempre crescente em  $u$  também na presença desses incentivos. Pode parecer curioso esse resultado numa primeira leitura: quanto maior a carga tributária sobre a atividade do setor, maior também será a generosidade fiscal sobre seus gastos com tecnologia quando houver incentivos<sup>63</sup>.

Analisando agora separadamente o comportamento de  $\eta$  em função das variáveis que, de uma certa forma, estão sob o controle da empresa ( $\lambda, \alpha$ , e  $\beta$ ) e tratando  $a$  e  $b$  como parâmetros constantes, seja  $S\eta$  o diferencial total de  $\eta$  a partir de (6) :

$$S\eta = \frac{\partial \eta}{\partial \lambda} d\lambda + \frac{\partial \eta}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial \eta}{\partial \beta} d\beta \text{ ( 11 )}$$

$$S\eta = [\alpha(\beta + a - b) + b]d\lambda + [\lambda(\beta + a - b)]d\alpha + \lambda\alpha d\beta$$

$S\eta$  nos informa que, uma vez que partimos do pressuposto de que  $\lambda$ ,  $\alpha$ , e  $\beta$  sejam maiores que 0<sup>64</sup> para o setor, os ganhos fiscais com gastos em P&D serão crescentes quanto mais  $(\beta + a - b) > 0$  e  $\lambda > 0$ , principalmente. Também concluímos que a participação dos gastos correntes nos gastos totais é relativamente mais importante na determinação de uma boa generosidade fiscal,

<sup>63</sup> Na prática, isso é observável também quando examinamos a existência de um “teto” para os benefícios previstos no PDTI, que, de acordo com a lei 9.532/1997 é de 4% do IRPJ devido. Quanto maior o imposto a ser pago, maior esse “teto”, ampliando as possibilidades de recuperação.

<sup>64</sup> O ideal (e possível) é ter  $\lambda$  bem próximo a 1, e um  $\beta$  o maior possível.

evidenciando-se também a óbvia importância da maximização do uso do instrumento PDTI pela empresa, uma vez que é a porta de entrada dos incentivos, e a valorização da apropriação do conhecimento através do mecanismo dos depósitos de patentes internacionais, que ganhou força através do decreto 4.928/2003 .

#### 4.1.1) Cálculos para o Setor de Petróleo e Gás Brasileiro

Vamos começar determinando a composição dos gastos totais com P&D e a carga tributária incidente sobre a empresa representativa, tomando por base valores médios do triênio 2002-2004<sup>65</sup>, e um parâmetro  $\lambda = 100\%$ <sup>66</sup>, ou seja, a empresa estará completamente coberta pela malha de incentivos; por ter todos os seus gastos enquadrados em programas PDTI . Os resultados foram os seguintes:  $u = 35\%$  ;  $\alpha^{67} = 85\%$  ;  $(1 - \alpha) = 15\%$ . Considerando:

$$u = \frac{\sum_{i=2002}^{2004} \text{Tributos Pr \acute{o}prios}}{\sum_{i=2002}^{2004} \text{Re ceita Bruta}} \quad \alpha = \frac{\sum_{i=2002}^{2004} \text{Gastos Correntes P \& D}}{\sum_{i=2002}^{2004} \text{Gastos Totais P \& D}}$$

**Tabela 17 – Carga tributária da Petrobras**

**Receita Bruta e Tributos Próprios Pagos Pela Petrobras em Milhares de Reais**

	2002	2003	2004	Total
Tributos Próprios Totais	27.295.383,00	46.582.678,00	23.117.835,00	96.995.896,00
Receita Bruta	82.334.499,00	120.636.120,00	70.255.647,00	273.226.266,00
Carga Tributária (%)	33,15	38,61	32,91	35

**Fonte: Petrobras (2004)**

<sup>65</sup> 2004: referente ao período de janeiro a junho ; Tributos próprios : incluem impostos, contribuições e participações governamentais (tributação específica do setor).

<sup>66</sup> Esse resultado ainda não se verifica na prática, embora a empresa esteja esperando a aprovação do MCT para 8 programas de PDTI que venham a concretizar essa hipótese (MCT, 2003).

<sup>67</sup> Valor referente à proporção dos gastos efetuados pelo Centro de Pesquisas, não detalhados em balanço.

Não foi possível obter um valor preciso para os gastos totais de projetos de pesquisa da empresa que resultaram em depósitos de patentes, pois o sistema contábil da empresa representativa não possui ainda uma ferramenta que revele a informação rapidamente<sup>68</sup>. Foi então estimado um valor em função dos custos de infra-estrutura e administrativos efetuados pela empresa para a manutenção de sua propriedade intelectual, que envolve atividades de gestão sobre patentes. Assim, com base no triênio 2002-2004, foi estimado  $\beta = 1,35 \%$ , considerando<sup>69</sup>:

$$\beta = \frac{\sum_{i=2002}^{2004} \text{GastosPI}}{\sum_{i=2002}^{2004} \text{GastosTotaisP \& D}}$$

As alíquotas de incentivo vigentes no PDTI desde a lei 9.532/1997<sup>70</sup>, são as seguintes :

$$a = 15 \% \text{ e } b = (50 \% * 10 \%) = 5 \%^{71}$$

Aplicando os valores à fórmulas do B-index e G-index, encontramos os seguintes valores :

**B-index = 0,919 G-index = 0,081**

<sup>68</sup> Embora esteja sendo implantado um novo sistema corporativo que poderá levantar facilmente os gastos totais de projetos de P&D que resultaram em depósitos de patentes.

<sup>69</sup> PI = Propriedade intelectual.

<sup>70</sup> Essa lei também é conhecida como o “arrocho fiscal” motivado pela crise asiática de 1997, quando o Ministro Pedro Malan limitou o alcance de inúmeros incentivos fiscais vigentes à época. O decreto também reduziu um limite existente para o alcance das deduções do incentivo sobre gastos de custeio que, somados aos recursos do PAT (Programa de Alimentação do Trabalhador) não devem exceder a 4% do IRPJ devido pela empresa. Como na prática esse limite está longe de ser atingido pela empresa representativa, não vamos considerá-lo para o período em análise.

<sup>71</sup> É considerada uma alíquota média de 10% de IPI;

Esse resultado demonstra que o setor é bem contemplado no que diz respeito a facilidades fiscais sobre investimentos privados em P&D. Comparando o resultado com o quadro classificado de 24 países estudados pela OECD, o setor de petróleo e gás brasileiro ocuparia uma décima posição, à frente de países que mantêm semelhantes incentivos como Estados Unidos, França, e Japão. Vale ressaltar que o setor ainda pode melhorar muito esse indicador na medida em que aprimorar os mecanismos contábeis de apropriação de gastos envolvidos com a constituição e manutenção de patentes internacionais, tornando  $\beta$  provavelmente mais robusto que a estimativa.

Um exercício teórico interessante para ilustrar o potencial de melhora no aproveitamento dos benefícios fiscais do setor é o estabelecimento de limites para o B-index em função da amplitude de variação do parâmetro  $\beta$ . Imaginando todos os demais parâmetros inalterados, os resultados seriam :

$$\begin{aligned} \mathbf{B\text{-index máximo (com } \beta=0) = 0,926} &\Rightarrow \mathbf{G\text{-index mínimo} = 0,074} \\ \mathbf{B\text{-index mínimo (com } \beta=1) = 0,458} &\Rightarrow \mathbf{G\text{-index máximo} = 0,542} \end{aligned}$$

Logicamente,  $\beta = 1$  é uma situação muito improvável de acontecer na prática. No entanto, um B-index mínimo nesse patamar não é algo inatingível. De fato, os parâmetros atuais do setor o tornam apenas um limite teórico, mas nada impede que algumas adequações futuras na arquitetura dos incentivos possam torná-lo mais factível por outros caminhos, como por exemplo, o retorno dos benefícios da lei 8.661/1993 aos seus níveis originais, praticados antes do ajuste fiscal de 1997.

O B-index mínimo encontrado supera com boa margem a Espanha, país campeão em incentivos fiscais sobre gastos privados com tecnologia no quadro da OECD. O valor do B-index apurado com  $\beta = 1,35\%$  é bem próximo ao seu limite máximo, indicando um aproveitamento baixo no setor dessa possibilidade oferecida pela política de incentivos, principalmente porque é bastante elevada sua propensão a patentear, sobretudo no exterior, as inovações que produz.



Para que o aproveitamento da generosidade fiscal disponível seja o máximo, as empresas que investem em P&D devem preparar seus sistemas contábeis para responderem com rapidez e precisão ao levantamento dos gastos totais envolvidos com processos de depósito de patentes internacionais. Muito provavelmente o Governo Federal deverá formalizar em breve a declaração destes gastos para melhor acompanhar a utilização dos benefícios do decreto 4.928/2003.

**Tabela 18– Generosidade fiscal para grandes companhias e setor de petróleo e gás brasileiro**

Seq.	País	B-index	G-index
	<b>PB com 100% dos gastos de P&amp;D em patentes</b>	<b>0,458</b>	<b>0,542</b>
1	Espanha	0,559	0,441
2	Portugal	0,665	0,335
3	Austrália	0,801	0,199
4	Canadá	0,827	0,173
5	Coréia	0,874	0,126
6	Austria	0,875	0,125
7	Dinamarca	0,893	0,107
8	Holanda	0,901	0,099
9	Reino unido	0,904	0,096
	<b>PB com 1,35 % dos gastos de P&amp;D em patentes</b>	<b>0,919</b>	<b>0,081</b>
	<b>PB com 0 % dos gastos de P&amp;D em patentes</b>	<b>0,926</b>	<b>0,074</b>
10	Estados Unidos	0,934	0,066
11	França	0,939	0,061
12	México	0,969	0,031
13	Japão	0,991	0,009
14	Irlanda	1,000	0,000
15	Bélgica	1,009	-0,009
16	Finlândia	1,010	-0,010
17	Suíça	1,010	-0,010
18	Islândia	1,012	-0,012
19	Grécia	1,015	-0,015
20	Suécia	1,015	-0,015
21	Noruega	1,018	-0,018
22	Nova Zelândia	1,023	-0,023
23	Alemanha	1,025	-0,025
24	Itália	1,026	-0,026

**Fonte : OECD (2002) / Petrobras (2004) / Elaboração Própria**

#### 4.2) Financiamento a P&D Direto do Governo

Um outro importante indicador que ajuda a revelar a intensidade de uma política de incentivos sobre os gastos com P&D no setor é o financiamento governamental direto ao P&D privado. O

setor de petróleo e gás brasileiro é um dos poucos agraciados com um considerável volume de recursos públicos voltados exclusivamente para P&D, graças em grande parte ao sucesso do processo de abertura do setor com a quebra do monopólio da Petrobras após a aprovação da lei 9.478/1997.

O levantamento desse indicador no bloco de países estudados pela OECD mostra que todos possuíram algum nível de financiamento direto em 2000 ou ano anterior (OECD 2002), com destaque para países como Itália, Nova Zelândia e Noruega (países com B-index negativo) e Estados Unidos, França e Reino Unido (países com B-index positivo), que atingem mais de 10% de participação nessa categoria de financiamento. Um alto financiamento direto não significa necessariamente uma compensação à falta de generosidade fiscal. O que seria o “melhor dos mundos” para P&D se verifica nesses últimos países citados, que conjugam forte financiamento governamental à generosidade fiscal positiva. A Espanha, campeã de generosidade fiscal, também apresenta um considerável nível de financiamento direto (acima de 8%) que revela uma postura governamental agressiva do país para incrementar seu desempenho tecnológico.

O grande fundo público para investimentos em P&D no setor de petróleo e gás brasileiro é conhecido como CTPETRO. Criado em 1999 pela regulamentação do decreto 3.318/1999, foi o primeiro dos fundos setoriais a funcionar no país, com recursos provenientes dos royalties do petróleo. A execução financeira do fundo desde o início de seu funcionamento revela valores oscilantes, mostrando que mesmo sendo um fundo constituído para uma aplicação específica, sofre com ações de contingenciamento, sendo seus recursos em alguns momentos empregados em outras finalidades.

Tomando um retrato do ano de 2003<sup>72</sup>, sua participação no total de recursos investidos em P&D no setor de petróleo e gás foi da ordem de 12,57%, considerando os recursos totais como sendo a soma dos recursos CTPETRO mais os valores totais gastos com pesquisa da empresa representativa do setor, ou seja:

---

<sup>72</sup> Vamos considerar o ano mais recente, pois a proposta é avaliar a situação atual do setor, mesmo tendo resultados mais expressivos em anos anteriores.

$$\begin{aligned} \text{Recursos totais investidos em P\&D no setor} &= (\text{Execução Financeira CPETRO}^{73} + \\ &\quad \text{Despesas com P\&D da Petrobras}^{74}) \\ &= \text{R\$ } 82.136.648,00 + \text{R\$ } 570.888.000,00 = \mathbf{\text{R\$ } 653.024.648,000} \end{aligned}$$

Isto coloca o setor em posição muito favorável quando comparado aos países levantados pela OECD em 2000. Essa informação já nos possibilita posicionar aproximadamente o setor no gráfico que combina os valores de generosidade fiscal e financiamento governamental direto elaborado para os países da OECD, sua representação foi feita com uma plataforma de petróleo, uma vez que não tivemos base numérica para estimar o tamanho da bolha<sup>75</sup> no gráfico, que representa a participação de P&D no valor adicionado privado dos países.

#### 4.2.1) Plotagem no Gráfico de Referência da OCDE

A representação do setor no gráfico encontrou o quadrante que combina forte financiamento governamental direto com tratamento fiscal favorável, posição só desfrutada por Estados Unidos, França e Reino Unido. Certamente, não teríamos situação tão favorável caso não tivesse o setor um fundo setorial forte e atuante, bem como um programa de incentivo aos gastos com P&D tal como o PDTI, muito embora a empresa representativa tenha realizado seus investimentos históricos em P&D independentemente de sua existência, e muito mais por força de necessidades urgentes de preparar tecnologicamente o setor no país. O que o indicador “G-index” mostra, contudo, não é o que as empresas estão conseguindo usufruir destes benefícios, mas o que lhes está à disposição.

Num breve exercício, sem os incentivos do PDTI e sem os recursos do CTPETRO a posição do setor no gráfico cairia facilmente ao primeiro quadrante, provavelmente numa posição bem

<sup>73</sup> Dados do SIAFI, página do MCT ([www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br)) acesso em outubro de 2004.

<sup>74</sup> Demonstração do Resultado do Exercício de 2003, Petrobras (2004).

<sup>75</sup> O cálculo da participação do P&D no valor adicionado do setor ficar como sugestão para futuras investigações.

próxima às coordenadas (0,0), numa vizinhança qualquer abaixo e à esquerda das bolhas de Japão e México. O quadro projetado pela continuidade da atuação marcante do fundo setorial CTPETRO, e ainda a crescente obrigação de investir em P&D por força dos contratos de concessão, que determinam à empresa concessionária investir 1% da receita bruta de campos sujeitos ao pagamento de participação especial, num cenário de produção crescente<sup>76</sup>, indica que, dentro de alguns anos, o total anual de recursos destinados à inovação no setor atingirá um patamar sem precedentes na história do país.

**Figura 14 – Gráfico comparativo de sistemas nacionais de incentivos diretos e indiretos a P&D com o posicionamento do setor de petróleo e gás brasileiro.**



Fonte: OECD (2002) e elaboração própria

<sup>76</sup> Em seu plano estratégico “Petrobras 2015” (Petrobras 2004), a empresa representativa projeta a auto-suficiência da produção nacional para o ano de 2006, somando-se a isso também a crescente contribuição dos campos pagadores de participação especial.

#### 4.3) Efeitos Sobre o Planejamento de Investimentos em P&D no Setor

O pacote de incentivos fiscais sobre os gastos com P&D construído desde a lei 8.661/1993 até o decreto 4.928/2003, combinado com as exigências da ANP através de seus contratos de concessão a partir da lei 9.487/1997, associadas ao fato de que a crescente produção de petróleo em campos pagadores de participação especial forçará a elevação dos valores a investir em P&D pelas empresas concessionárias. Em termos de planejamento tecnológico, esta tendência implica num forte viés, que combina aspectos contábeis, tributários e financeiros.

Naturalmente, há limites de absorção pelo aparato técnico-científico do setor à quantidade excessiva de recursos sinalizada por essas condições já no curto prazo, o que pode se tornar uma situação desconfortável a ser administrada pelo poder público<sup>77</sup>. A empresa tomada como representativa já contrata externamente as instituições<sup>78</sup> que atendem aos interesses de sua demanda por P&D, e os valores gastos podem tornar-se consideravelmente inferiores aos determinados pelo contrato de concessão. Gastar mais, nos níveis exigidos pelo contrato, significaria então “inventar” projetos de P&D tão somente para absorver o gasto adicional, o que não seria muito adequado.

Como uma das grandes questões do setor petrolífero mundial é o fôlego das reservas, que desde muito parecem dar mostras de esgotamento<sup>79</sup>, é natural que as empresas do setor diversifiquem seus portfólios de negócios. A Petrobras decidiu tornar-se uma empresa de energia, tendo como um dos pilares em seu planejamento estratégico 2015 a atuação seletiva no mercado de energias renováveis (Petrobras 2004), destinando cerca de 0,5 % de seus investimentos totais em fontes como energia eólica, biomassa, fotovoltaica e biodiesel. Como a empresa investirá internamente

---

<sup>77</sup> A situação levará fatalmente as empresas pagadoras de participação especial ao descumprimento do contrato de concessão, na medida em que não conseguirem honrar a obrigação de investir externamente em P&D (em institutos de pesquisa e universidades credenciados pela ANP) 0,5% da receita bruta de produção.

<sup>78</sup> Institutos de Pesquisa e Universidades.

<sup>79</sup> De acordo com a BBC Brasil, na página [http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/1930\\_oilg/page2.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/especial/1930_oilg/page2.shtml), a previsão atual é de que as reservas mundiais durem por mais 40 anos, muito embora já se diga isso há décadas.

boa parte desses recursos em P&D nessas áreas alternativas, de uma forma não vinculada, a economia do petróleo nacional acaba financiando no presente seus substitutos futuros.

Seguindo essa tendência, é natural que os recursos públicos também sejam, aos poucos, deslocados para fontes renováveis. De qualquer forma, a situação presente impõe às empresas que investem alto em P&D no setor uma postura de longo prazo para que a otimização no aproveitamento da generosidade fiscal seja possível. O PDTI tornou-se o instrumento dessa otimização por excelência, suas exigências não deixam muitas alternativas ao planejamento orientado por uma estrutura permanente de gestão tecnológica.

Se a gestão tecnológica já era uma prática corriqueira na organização antes do PDTI, esta não terá maiores dificuldades no cumprimento de suas formalidades, bastando apenas uma capacidade extra de projetar com o menor desvio possível um orçamento de gastos correntes e de capital para um horizonte de 5 anos. Como o programa é simplesmente a porta de entrada para todos os benefícios fiscais incidentes sobre os investimentos em P&D, quanto maior for sua priorização no ambiente de planejamento tecnológico, maiores serão as possibilidades de ganhos futuros. Um planejamento mal feito pode implicar em desvios acentuados para mais ou para menos na realização dos valores a serem investidos, e, conseqüentemente, recuperados pela empresa.

Desvios para mais significam subestimação de investimentos na fase de planejamento, indicando que a empresa poderia estar recuperando mais impostos, e desvios para menos significam superestimação na fase de planejamento, indicando que, embora a empresa esteja recuperando o máximo possível para o nível de gastos que vêm realizando, declarou gastos em excesso, deixando “sobras” que poderão fazer falta num futuro ciclo do programa. Um inadequado planejamento orçamentário no PDTI, por superestimação, poderá implicar em restrições futuras na renovação do programa em mais 5 anos. Por outro lado, um bom planejamento<sup>80</sup> poderá resultar, além de um aproveitamento integral dos benefícios fiscais, em ganhos financeiros diretos: as empresas que cumprem 80% de seus planejamentos de gasto em PDTI no ano imediatamente anterior, concorrem ao recebimento de uma subvenção econômica, de acordo com o que prevê a lei 10.332/2001.

---

<sup>80</sup> Entendendo-se por bom planejamento orçamentário aquele cuja realização mais se aproxima da previsão.

Uma interpretação alternativa ao pleno aproveitamento da generosidade fiscal no ambiente de gestão tecnológica pode ser a de que as atividades de P&D, em parte, são auto-financiadas, desonerando as áreas fins da empresa, quando P&D atua como atividade meio. Se a empresa está sujeita a uma generosidade fiscal de R\$ 0,10, significa, grosso modo, que em 10 anos recupera o R\$ 1,00 investido hoje. No caso da generosidade calculada para o setor de petróleo e gás (R\$ 0,081), essa recuperação aconteceria em pouco mais de 12 anos, admitindo renovações sucessivas de seus PDTIs e a continuidade dos incentivos.

O planejamento corporativo de uma empresa deve ter ciência dessa vantagem na hora de estabelecer as cotas orçamentárias anuais para P&D. PDTIs aprovados concedem um horizonte de 5 anos de generosidade fiscal, através de uma programação pré-estabelecida de investimentos, o acompanhamento orçamentário da área de pesquisa deve, prioritariamente, visar à execução integral dos programas. Exercer na plenitude a generosidade fiscal a que estão sujeitos os investimentos em P&D da empresa deve ser peça fundamental na gestão orçamentária de seu sistema tecnológico.

O Ministério da Ciência e Tecnologia divulgou, em dezembro de 2003, o último relatório de avaliação de incentivos fiscais sobre P&D ao Congresso Nacional (MCT 2003), onde consta uma relação de empresas que estavam com solicitações em análise em 31/12/2003, podendo ser observados os 8 PDTIs pleiteados pela Petrobras. Na tabela a seguir, encontram-se os 15 primeiros programas.

O Quociente A/B é interpretado no relatório como o valor investido em P&D pela empresa para cada R\$ 1,00 de renúncia fiscal. Seu inverso  $B/A$ <sup>81</sup> pode ser visto como uma aproximação da generosidade fiscal, pois seria o valor “renunciado” pelo governo para cada R\$ 1,00 investido em P&D pela empresa. Certamente, poderia se esperar que esses dois valores (  $B/A = 0,13$  e  $G\text{-index} = 0,081$  ) fossem mais próximos, pois são duas medidas que sugerem uma mesma avaliação, apesar de trabalhadas por caminhos diferentes.

---

<sup>81</sup> Esta coluna não consta no relatório original, é elaboração nossa.

Há diferenças que justificam essa distância. Basicamente, B/A é uma avaliação “ex ante”, sobre gastos projetados para um período relativamente longo, que não faz consideração nenhuma sobre os impostos que a empresa paga, sendo não desprezível a probabilidade das projeções não incorporarem adequadamente os riscos e a volatilidade que cercam sua realização, podendo resultar em diferenças significativas na composição custeio x capital em relação aos níveis históricos. Já o G-index é um cálculo “ex post”, realizado sobre fatores de carga tributária real incidente sobre a empresa e recuperabilidade de gastos de P&D sobre impostos corporativos, baseando-se numa composição histórica realizada de custeio x capital. Portanto, há diferenças significativas em seus componentes, que nos permitem afirmar, por outro lado, que são medidas distintas.

**Tabela 19 – Maiores Programas PDTI em análise no ano 2003, em milhões de reais.**

<b>Empresa</b>	<b>Estado</b>	<b>Investimentos (A)</b>	<b>Incentivos (B)</b>	<b>A/B</b>	<b>B/A</b>
1 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	1.209,92	130,72	9,26	0,11
2 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	589,18	70,76	8,33	0,12
3 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	425,33	58,49	7,27	0,14
4 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	352,91	52,94	6,67	0,15
5 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	249,01	36,91	6,75	0,15
6 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	185,11	31,57	5,86	0,17
7 Marcopolo S/A	RS	117,65	21,87	5,38	0,19
8 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	107,79	20,08	5,37	0,19
9 Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras	RJ	80,44	18,09	4,45	0,22
10 Tigre S/A - Tubos e Conexões	SC	63,72	13,12	4,86	0,21
11 Fras-le S/A	RS	48,63	7,92	6,14	0,16
12 Randon S/A - Implementos e Sistemas Automotivos	RS	48,15	14,53	3,31	0,30
13 Amanco Brasil S/A	SC	44,38	6,96	6,38	0,16
14 White Martins Gases Industriais S/A	RJ	32,66	1,75	18,66	0,05
15 Kepler Weber Industrial Ltda	RS	32,29	5,47	5,90	0,17
<b>Petrobras Total</b>		<b>3.199,69</b>	<b>419,56</b>	<b>7,63</b>	<b>0,13</b>

**Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia (2003)**

Os efeitos sobre o nível de investimentos previstos para o setor ainda não podem ser completamente avaliados em função dos valores projetados pelos PDTIs para o período 2004-2008, que totalizam R\$ 3.199,69 milhões. Quando tomamos uma série histórica dos investimentos em P&D da empresa nos últimos 6 anos (de 1998 a 2003) , verificamos que o incremento médio foi da ordem 20 % a.a, embutidos os efeitos inflacionários.



Se mantida para o período 2004-2008, essa tendência aponta para uma realização de investimentos da ordem de mais de R\$ 5 bilhões, o que sugere em princípio que houve previsões subestimadas, apontando para um não enquadramento total dos investimentos esperados para período, e, conseqüentemente, um subaproveitamento da generosidade fiscal.

**Tabela 20 - Petrobras, despesas com P&D em milhares de reais correntes**

<u>Ano</u>	<u>Valor</u>
1998	242.305,00
1999	219.304,00
2000	263.399,00
2001	310.000,00
2002	421.000,00
2003	570.850,00

**Fonte: Petrobras, Demonstrações de Resultado dos períodos de 1998 a 2003**

É certo que prever os pormenores desses investimentos para um período de 5 anos não é uma tarefa trivial, o orçamento de pesquisa propriamente dito da Petrobras é realizado anualmente, e projetar mais 4 anos com precisão torna-se quase uma loteria. Contudo, podemos concluir que o nível de enquadramento dos gastos em programas PDTI será inédito, em muitas vezes superior aos já realizados no passado pelos programas tecnológicos PRAVAP e PROCAP, o que já representa um considerável avanço para uma empresa pouco sensível à variações nos custos de seus investimentos em P&D.

#### 4.4) Conclusão

Neste capítulo foi sugerida e aplicada a metodologia que fundamenta o indicador conhecido como B-index sobre o setor de petróleo e gás brasileiro, para medir a ação da política de benefícios fiscais sobre ele. Foram considerados no cálculo do indicador os principais benefícios oferecidos pela legislação brasileira às empresas que realizam investimentos em P&D, que são os previstos pelos programas PDTI, combinados com os que prevê o decreto 4.928/2003, e foi considerada a carga tributária incidente sobre a empresa representativa. O resultado indicou uma

generosidade fiscal de 0,081 , que , somado ao nível de financiamento público direto ao P&D privado no setor, realizado através do fundo setorial CTPETRO, conferem a ele uma posição privilegiada quando comparado ao que é feito em economias nacionais no âmbito da OECD.

Embora não tenha historicamente um comportamento determinado por essa soma de vantagens, o planejamento de gastos em P&D no setor começou a levar em consideração esses aspectos dos investimentos, principalmente depois que submeteu à apreciação do Ministério da Ciência e Tecnologia um conjunto de 8 programas PDTI, visando enquadrar uma ampla fração de seus investimentos em todos os benefícios previstos pelo programa e por legislações subsequentes.

## 5) Conclusões

Foi visto que o setor de petróleo e gás brasileiro tem no fator tecnologia, considerado num contexto produtivo, aquele de maior importância em sua trajetória recente. Esse resultado surgiu de uma avaliação quantitativa por meio da estimação de funções de produção do tipo Cobb-Douglas com 3 fatores, que corroborou uma percepção trazida pelo reconhecimento nacional e internacional de suas conquistas inovativas. Historicamente, essa situação foi construída ao longo de décadas, sendo resultante de esforços governamentais para a superação de desafios que se sucediam na busca da independência do país em relação à principal fonte energética do mundo moderno.

Foi a atuação direta do governo federal, através da Petrobras, que direcionou primordialmente o curso e a intensidade dos investimentos em P&D no setor de 1953 até 1997, ano que marcou a quebra do monopólio da empresa e a consequente abertura de seu mercado a grupos nacionais e estrangeiros, sujeitando-o à ampla concorrência. Essa mudança institucional determinou uma nova visão governamental sobre o setor, a partir da qual a atitude empresarial ganhou mais importância na administração da Petrobras, ao passo em que a ação regulatória da ANP se consolidava.

O governo federal, por outro lado, passou a adotar uma política de incentivos fiscais aos gastos tecnológicos mais ostensiva a partir dos programas PDTI/PDTA (lei 8.661/1993), formatados de modo a contemplar a economia como um todo, obviamente ciente da eficácia de mecanismos dessa natureza na promoção de maiores níveis de investimentos no país. Estudos internacionais comprovam que economias nacionais são sensíveis ao custo na determinação dos níveis de investimento em P&D, e que os governos de países, em geral, buscam esses meios para incentivar suas empresas, na maioria das vezes conjugando algum nível de investimento público direto em políticas de fomento, com resultados expressivos.

Porém, confirmou-se que tal comportamento pode não ser verificado quando a análise é aplicada a setores específicos. O setor de petróleo e gás brasileiro tem seus níveis de investimento recentes, de acordo com a estimação econométrica realizada, determinados na razão direta da

variação de seus custos, projetos de P&D ativos e pessoas empregadas na atividade, e inversa em relação a variação do nível de seu produto, sugerindo um comportamento em princípio avesso ao que supõe a política nacional de incentivos, voltada para o conjunto dos setores da economia.

Há que se considerar, nesse resultado, os problemas inerentes a uma transposição da escala macro para a micro. Aumentos nos investimentos em P&D como resposta às diminuições nos incrementos produtivos sugerem uma postura respaldada por situações observáveis no ambiente operacional da empresa. A relativamente recente capacitação tecnológica para a produção em águas profundas, por exemplo, requer continuamente a realização de desenvolvimentos (tecnológicos, principalmente) para redução de seus elevados custos operacionais, e solução de limitações e problemas que surgem nessa categoria de operação, que por vezes interrompem a produção em plataformas. No que diz respeito aos custos operacionais, as altas cotações do petróleo no mercado internacional têm garantido a economicidade em águas profundas, mas o que seria da produção nacional atual num mundo com petróleo barato ? Seria desejável, portanto, que a produção da Bacia de Campos fosse sustentável num cenário como esse, o qual , apesar de ser considerado pouco provável, não é impossível de ocorrer.

Outro exemplo pertinente são as crescentes exigências ambientais, que restringem inúmeros procedimentos da indústria danosos ao meio ambiente, essas exigências refletem-se em demandas tecnológicas ambientais que visam minimizar tanto os efeitos poluentes na indústria, adequando-a à legislação ambiental, quanto os efeitos negativos das restrições em sua eficiência.

Ao buscar recentemente o enquadramento de seus gastos com P&D em programas PDTI, evidenciou-se na empresa representativa apenas uma postura movida essencialmente pela racionalidade econômica, que objetivou a redução de custos, em aproveitamento de um potencial de pouco mais de 8 centavos para cada real investido em P&D, e não uma intensificação dos investimentos em resposta ao seu barateamento. Essa redução, como foi visto também, exerce um efeito de baixa elasticidade e de mesmo sentido no nível de investimentos, facilmente superado, no entanto, pelas maiores elasticidades verificadas, principalmente, pelo emprego de pessoas no processo tecnológico, e pelo resultado de seu processo produtivo, na razão inversa. Isso evidencia a força determinante do processo de gestão do sistema tecnológico da empresa representativa,

estritamente vinculado às áreas de negócio, de onde são identificadas suas necessidades e desafios, interpretando-os em termos de orientações e diretrizes para a composição mais adequada da carteira de investimentos em P&D.

Portanto, confirma-se, para efeito de incrementos em investimentos de P&D no setor, uma certa inocuidade do programa de incentivos fiscais industriais do governo federal, justificando-se as variações nos investimentos mais por uma racionalidade econômica de seu ambiente produtivo, do que propriamente uma resposta à redução em seus custos. Como impulso à manutenção de uma estrutura permanente de gestão tecnológica, também o efeito é restrito, pois o setor já funciona com uma estrutura permanente de gestão desde a década de 1960.

Contudo, associando-se à generosidade do sistema fiscal de 0,081 um nível de investimento público direto de cerca de 12,5 % através do fundo setorial CTPETRO, conclui-se que o setor é muito bem servido pela política tecnológica nacional. Juntando-se ainda a essa robustez de instrumentos, uma ação regulatória que obriga aos investimentos em P&D quando a empresa concessionária é contemplada com descobertas expressivas comercialmente, observa-se uma conjunção de fatores que contribuem para que os recursos sejam fartos, de forma a garantir uma base firme para que a seqüência de avanços tecnológicos continue acontecendo no setor, mantendo e provavelmente ampliando as lideranças conquistadas. Nesse aspecto conjunto, o somatório de instrumentos aponta para um resultado muito positivo.

O resultado dessa avaliação, no que diz respeito à sensibilidade do setor quanto aos seus custos de P&D, é válido num contexto onde a empresa representativa do setor não tem ainda formada uma cultura de elisão fiscal nessa categoria de investimentos, razão pela qual não tem ainda uma

## **6) Referências Bibliográficas**

ALVEAL, Carmem. **50 anos da Petrobras: o triunfo real do potencial brasileiro**, Boletim Infopetro Petróleo & Gás Brasil, Análise de Conjuntura das Empresas de Petróleo e Gás. Grupo de Economia da Energia, IE-UFRJ, ano 5, n.07 – Rio de Janeiro, agosto de 2004.

ANTUNES, Adelaide et al. **Prospecção tecnológica da cadeia de petróleo & gás utilizando patentes como indicador**, 2. Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás – Rio de Janeiro, 2004.

ARAÚJO, Frederico Reis. **Panorama internacional dos investimentos em P&D no setor de petróleo e gás natural**. Instituto Nacional de Tecnologia – Projeto Tendências, Rio de Janeiro, 2003.

BLOOM,N.; GRIFFITH, Rachel;REENEM, J.Vann. **Do R&D tax credits works? evidence from a panel of countries 1979-1997**. Institute for Fiscal Studies and University College, Londres – 2000;

BRASIL, Agência Nacional de Petróleo. Contratos de Concessão, Rounds 1,2,3,4 e 5. Disponível em ([www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)) , acesso em dezembro de 2003;

\_\_\_\_\_. **Distribuição da participação especial sobre a produção de petróleo e de gás natural, segundo beneficiários - 2000-2002**-página da ANP. disponível em ([www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)) , acesso em junho de 2004;

\_\_\_\_\_. **Glossário do anuário 2003**-página da ANP. disponível em ([www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)) , acesso em outubro de 2004;

BRASIL, Congresso Nacional. Emenda Constitucional 9/1995 , Diário Oficial da União , 1995;

BRASIL, Presidência da República. Decreto 2.705/98 (Participações Governamentais), Diário Oficial da União , 1998;

\_\_\_\_\_. Decreto 949/93 (PDTI/PDTA), Diário Oficial da União , 1993;

\_\_\_\_\_. Lei 10.637/2002 (Mini-reforma tributária), Diário Oficial da União , 2002;

\_\_\_\_\_. Decreto 4.928/2003 (Mini Reforma tributária), Diário Oficial da União , 2003;

\_\_\_\_\_. Lei 8.661/1993 (PDTI/PDTA) , Diário Oficial da União , 1993 ;

\_\_\_\_\_. Lei 9.478/1997 (Lei do petróleo), Diário Oficial da União , 1998;

\_\_\_\_\_. Lei 9.532/1997 (PDTI/PDTA), Diário Oficial da União , 1997;

\_\_\_\_\_. Decreto 2.851/1998 (CTPETRO), Diário Oficial da União , 1998;

\_\_\_\_\_. Decreto 3.318/1999 (CTPETRO), Diário Oficial da União , 1999;

\_\_\_\_\_. Decreto 9.481/1999 (CTPETRO), Diário Oficial da União , 1999;

\_\_\_\_\_. Lei 10.332/2001, Diário Oficial da União , 2001;

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. **Livro branco : ciência, tecnologia e inovação**, Brasil, Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2002;

\_\_\_\_\_. **Relatório anual de avaliação da utilização dos incentivos fiscais ao congresso nacional**, MCT Dezembro 2003;

\_\_\_\_\_. **Relatório anual de avaliação da utilização dos incentivos fiscais ao congresso nacional**, MCT Dezembro 2002;

\_\_\_\_\_. Portaria MCT 596/2002, Diário Oficial da União , 2002;

BRITTO, Jorge de Paiva. **Características estruturais e *modus-operandi* das redes de firmas em condições de diversidade tecnológica**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

CHIANG,Alpha. **Matemática para economistas**. Tradutor Roberto Camps Moraes. McGraw-Hill do Brasil: Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1982.

DONSELAAR, P., et al. **Economic effects of stimulating business R&D**. 4<sup>TH</sup> annual conference of the European Network on Industrial Policy (EUNIP). Tilburg, 2000.

ELKINGTON, John. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. Oxford, Capstone, 1997.

GREENE, William H. **Econometric analysis**. 5<sup>Th</sup> ed. Prentice Hall, New York University, New Jersey,2003.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria básica**. Traduzido por Ernesto Yoshida. Makron Books Ltda. São Paulo, 2000.

HALL, R.E, D.Jorgensen. **Tax policy and investment behavior**. American Economic Review, 57, 391-414,1967.

HALL,B., J.Van Reenen. **How effective are fiscal incentives for R&D? a review of the evidence**. National Bureau of Economic Research, 1999.

HOBDAY, Mike. **Product complexity, innovation and industrial organisation**. Science Policy Research Unit, Universe of Sussex. Brighton UK, february 1997.

JONES, Charles I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Campus, Rio de Janeiro, 2000.

MARGOLIS & LIEBOWITZ. **Path dependence, entry in the new palgraves dictionary of economics and the law**, MacMillan, 1998.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). **The effectiveness of research and experimentation tax credits**. Washington , 1998.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Research and development in industry: 2001**, Arlington , 2005;

OECD. **Tax incentives for research and development : trends and issues**. OECD/DSTI (2002);

OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (OTA). **The effectiveness of research and experimentation tax credits**. Washington , 1995.

PAVITT, Keith. **Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory**. Science Policy Research Unit, University of Sussex. Brighton UK, 1984.

PESSOA, Argentino. **Idéias e crescimento econômico na OCDE**. Faculdade de Economia da Universidade do Porto. Porto, 2003.

PETROBRAS. Demonstrativos de Resultado da Empresa de 1998 a 2004 – página institucional na Internet, disponível em ([www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)) , acesso em outubro 2004;

\_\_\_\_\_. **Relatório anual 2003** – página institucional na Internet disponível em ([www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)), acesso em agosto 2004;

\_\_\_\_\_. **Plano estratégico 2015** – página institucional na Internet, disponível em ([www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)), acesso em outubro 2004;

\_\_\_\_\_. Cenpes – Apresentações Institucionais – documentação interna , Centro de Pesquisas da Petrobras, 2004;

PINDYCK, R.S ; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. Makron Brooks, São Paulo, 1999;

PIQUET, Rosélia et al. **Petróleo, royalties e região**. Garamound. Rio de Janeiro, 2003.

PORTER, Michael E.; STERN, Scott. **Measuring the “ideias” production function: evidence from international patent output**. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, 2000.



PRAEST, Mette. **An empirical model of firm behavior : a dynamic approach to competence accumulation and strategic behavior**. Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID). Aalborg Ø, Denmark, January 1998;

ROMER, David. **Advanced macroeconomics**. McGraw-Hill, New York, 2001;

SALTER, et al. **Publicly funded research and innovation in the U.K.** Science Policy Research Unit, University of Sussex, May 2000.

SOLOW, Robert M. **A contribution to the theory of economic growth**. Quarterly Journal of Economics. Vol 70, p65, 30p, fevereiro 1956.

SIMÃO, Newton Brito. **A reestruturação do setor petrolífero no brasil : A questão da tributação** . Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro , 2001.

VELHO, Lea; SAENZ, Tirso. **R&D in the public and private sectors in brazil: complements or substitutes ?**. The United Nations University, Institute for New Technologies, Maastricht , The Netherlands, 2002.

WARDA, J. **Measuring the value of R&D tax treatment in OECD countries**. OECD STI Review No 27, 2001.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)